



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
Trabalho de Conclusão de Curso**

**Estudo Comparativo dos Custos de Aquecedores de Passagem  
Individual a Gás e um Sistema de Aquecimento Centralizado a Gás  
com Apoio Solar para Aquecimento de Água em Edifícios  
Residenciais Multifamiliares**

Acadêmico: Jessica Filipini Frigo  
Orientador: Ricardo Rüther

Florianópolis  
2014



Jessica Filipini Frigo

**Estudo Comparativo dos Custos de Aquecedores de Passagem Individual a Gás e um Sistema de Aquecimento Centralizado a Gás com Apoio Solar para Aquecimento de Água em Edifícios Residenciais Multifamiliares**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. Ricardo Rüther, Ph.D.

Florianópolis  
2014

Frigo, Jessica F., 1991-

Estudo comparativo dos custos de aquecedores de passagem individual a gás e um sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar para aquecimento de água em edifícios residenciais multifamiliares / Jessica Filipini Frigo ; orientador, Ricardo Rüther . – Florianópolis, SC, 2014.

110 f. : il., grafs., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Engenharia Civil, 2014.

Inclui referências

1. Energia solar. 2. Aquecimento Solar. 3. Sustentabilidade. I. Rüther, Ricardo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Curso de Engenharia Civil. III. Estudo comparativo dos custos de aquecedores de passagem individual a gás e um sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar para aquecimento de água em edifícios residenciais multifamiliares.

Jessica Filipini Frigo

**Estudo Comparativo dos Custos de Aquecedores de Passagem Individual a Gás e um Sistema de Aquecimento Centralizado a Gás com Apoio Solar para Aquecimento de Água em Edifícios Residenciais Multifamiliares**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheiro Civil”, e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Engenharia Civil.

Florianópolis, 21 de julho de 2014.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'R. Rüther', is written over a horizontal line.

Prof. Ricardo Rüther, Ph.D.

Orientador

Universidade Federal de Santa Catarina



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me guiado sempre para tomar as decisões certas e abrir caminhos na minha vida.

Aos os meus familiares e em especial aos meus pais, Enio e Angela pelo exemplo de perseverança, pelo amor incondicional que me foi dado, por acreditarem no meu potencial e pelo incentivo que me fez chegar até aqui. Ao meu irmão e melhor amigo, Diulho, pela amizade, pelas experiências que nos fizeram crescer e amadurecer juntos e pelos conselhos dados.

Ao meu namorado Pedro pelos ensinamentos, pelo apoio, pelo carinho, pelas risadas e companheirismo de todos os dias.

Às minhas amigas por me proporcionarem momentos de muita alegria, pelas conversas jogadas fora, pelos conselhos, pelo apoio, pelas risadas.

Ao projetista Joaquim pelo fornecimento de dados, pela disponibilidade de tempo e pela aptidão de ensinar que me auxiliaram imensamente na elaboração deste trabalho.

Aos colegas de graduação pelas experiências compartilhadas, pelo auxílio durante o curso e pelas amizades feitas.

Aos professores do departamento de Engenharia Civil da UFSC pelo conhecimento e experiência passados e, em especial ao professor Ricardo Rüther pela disponibilidade, orientação e auxílio na elaboração deste trabalho.

Desde já, agradeço aos professores formadores da banca examinadora pela disponibilidade de tempo e por aceitarem o convite que lhes foi proposto.





## RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo o estudo comparativo de custos de implantação e operação de dois sistemas de aquecimento em edificações residenciais existentes, um a gás de passagem individual e o outro um sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar. São analisados os benefícios de economia de energia que o sistema com apoio solar tem em relação ao aquecimento dos aquecedores de passagem através do comparativo do histórico de compra de gás para as duas edificações. Com base no estudo comparativo de custos de instalação e operação dos sistemas, foi possível verificar qual o tempo de retorno do investimento no sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar. Adicionalmente, foi feita uma análise de satisfação com os moradores do edifício com aquecimento de apoio solar para verificar se o projeto atende a demanda de água quente solicitada pela edificação. Os resultados demonstram viabilidade econômica na agregação da energia solar térmica com relação ao aquecimento utilizando somente o gás como fonte de energia.

**Palavras-chave:** Energia Solar 1. Aquecimento Solar 2. Sustentabilidade 3.



## **ABSTRACT**

The present project aims to compare two different forms of water heating used in real apartment buildings located in Florianópolis-SC. One of them consists of individual, apartment-based, gas burner equipped with ignition system that provides hot water for householders. The other one is basically a central gas heating system, backed up by solar heating panels. There will be analyzed different points related to the benefits brought by the central gas system plus solar heating compared to the individual heaters, such as energy economy and performance. The economical analysis was made through the survey of gas expenses throughout the years, as well installation and maintenance costs, which made possible to make assumptions about how long would it take for the best system to pay off its costs. In addition to that, a costumer satisfaction survey was conducted asking the proprietors to determine the level of satisfaction with the central heating plus solar system. The following results demonstrates the economic viability of adding solar panels as support to central heating system that uses gas as main fuel.

**Keywords:** Solar Energy 1. Solar Heating 2. Sustainability 3.



## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Aquecedor de acumulação .....   | 22 |
| Figura 2 - Aquecedor de passagem.....  | 24 |
| Figura 3 - Aquecedor de passagem instalado .....   | 25 |
| Figura 4 - Esquema de aquecedores conjugados.....  | 27 |
| Figura 5 - Interligação dos reservatórios térmicos em paralelo .....                       | 29 |
| Figura 6 - Esquema aquecedor solar de placa coletora plana .                               | 31 |
| Figura 7 - Trajetória da Terra ao redor do sol.....  | 36 |
| Figura 8 – Trajetória anual do Sol para o Hemisfério Sul.....                              | 37 |
| Figura 9 - Orientação ideal do coletor solar de acordo com o Norte Geográfico.....         | 44 |
| Figura 10 - Esquema de instalação do sistema de aquecimento solar por termossifão .....    | 46 |
| Figura 11 - Sistema de aquecimento solar com apoio a gás de passagem no reservatório ..... | 50 |

## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 - Fonte utilizada para aquecimento de água para banho .....                            | 34 |
| Gráfico 2 - Conhecimento dos sistemas de aquecimento de água para o banho .....                  | 34 |
| Gráfico 3 - Evolução do mercado de aquecimento solar brasileiro .....                            | 35 |
| Gráfico 4 - Irradiação solar mensal para o plano horizontal.....                                 | 40 |
| Gráfico 5 - Irradiação solar mensal para inclinação de 27° .....                                 | 41 |
| Gráfico 6 - Irradiação solar mensal para inclinação de 37° .....                                 | 42 |
| Gráfico 7 - Variação do preço de gás .....   | 73 |
| Gráfico 8 - Pontuação sobre influência do sistema de aquecimento solar na compra do imóvel ..... | 78 |
| Gráfico 9 - Nível de satisfação dos usuários.....  | 79 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Tabela de dados para o plano horizontal .....                         | 40 |
| Tabela 2 - Tabela de dados para inclinação de 27º .....                          | 41 |
| Tabela 3 - Tabela de dados para inclinação de 37º .....                          | 42 |
| Tabela 4 - Distribuição dos apartamentos Plaza di Mônaco .....                   | 54 |
| Tabela 5 – Distribuição dos apartamentos Plaza Du Soleil .....                   | 57 |
| Tabela 6 – Dados de compra de gás no edifício Plaza Di Mônaco .....              | 64 |
| Tabela 7 - Estimativa da população do Edifício Plaza Di Mônaco .....             | 65 |
| Tabela 8 - Dados de compra de gás no edifício Plaza Du Soleil .....              | 65 |
| Tabela 9 - Estimativa da população do Edifício Plaza Du Soleil.....              | 66 |
| Tabela 10 - Orçamento aquecedores Plaza Du Soleil.....                           | 68 |
| Tabela 11 – Diferença na tubulação de gás no Edifício Plaza Du Soleil.           | 69 |
| Tabela 12 - Resumo dos sistemas de aquecimento do estudo de caso                 | 71 |
| Tabela 13 – Comparativo hipotético de edifícios do mesmo porte .....             | 72 |
| Tabela 14 - Análise de satisfação dos usuários do Edifício Plaza Di Mônaco ..... | 75 |





## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>                                | <b>17</b> |
| 1.1      | JUSTIFICATIVA DO TRABALHO .....                       | 17        |
| 1.2      | OBJETIVOS .....                                       | 18        |
| 1.2.1    | Objetivo Geral .....                                  | 18        |
| 1.2.2    | Objetivos Específicos.....                            | 18        |
| 1.3      | LIMITAÇÕES .....                                      | 18        |
| 1.4      | ESTRUTURA DO TRABALHO.....                            | 19        |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>                     | <b>20</b> |
| 2.1      | EQUIPAMENTOS: .....                                   | 20        |
| 2.1.1    | Aquecedor De Acumulação.....                          | 21        |
| 2.1.2    | Aquecedores De Passagem (Instantâneo) .....           | 23        |
| 2.1.3    | Sistema De Aquecimento Conjugado a Gás .....          | 26        |
| 2.1.4    | Reservatório Térmico.....                             | 27        |
| 2.1.5    | Coletor Solar .....                                   | 30        |
| 2.2      | A ENERGIA SOLAR TÉRMICA .....                         | 32        |
| 2.2.1    | Dados De Mercado .....                                | 33        |
| 2.2.2    | Os Movimentos Da Terra.....                           | 36        |
| 2.2.3    | Componentes Da Radiação Solar .....                   | 38        |
| 2.2.4    | Projetando O Sistema De Aquecimento Solar .....       | 38        |
| 2.2.5    | O Funcionamento Do Sistema De Aquecimento Solar<br>44 |           |
| 2.2.6    | A Instalação Por Termossifão .....                    | 45        |
| 2.2.7    | Sistema De Aquecimento Auxiliar .....                 | 47        |
| 2.3      | COMO ESTIMAR A POPULAÇÃO DA EDIFICAÇÃO..              | 51        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>                               | <b>52</b> |
| 3.1      | CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS .....              | 52        |
| 3.1.1    | Edifício Plaza Di Mônaco.....                         | 53        |
| 3.1.2    | Edifício Plaza Du Soleil.....                         | 55        |
| 3.2      | OBTENÇÃO DOS DADOS DE CONSUMO DOS<br>SISTEMAS.....    | 58        |
| 3.3      | OBTENÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE NOS<br>EDIFÍCIOS..... | 58        |
| 3.4      | ORÇAMENTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS                | 58        |
| 3.4.1    | Edifício Plaza Di Mônaco.....                         | 59        |
| 3.4.2    | Edifício Plaza Du Soleil.....                         | 59        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 3.5      | ANÁLISE DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO NO<br>EDIFÍCIO PLAZA DI MÔNACO .....   | 60         |
| <b>4</b> | <b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>   | <b>61</b>  |
| 4.1      | SISTEMAS DE AQUECIMENTO DOS EDIFÍCIOS .....   | 61         |
| 4.1.1    | Edifício Plaza Di Mônaco .....  | 61         |
| 4.1.2    | Edifício Plaza Du Soleil.....   | 63         |
| 4.2      | DADOS DE CONSUMO .....  | 63         |
| 4.2.1    | Edifício Plaza Di Mônaco .....  | 63         |
| 4.2.2    | Edifício Plaza Du Soleil.....   | 65         |
| 4.3      | ORÇAMENTO DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO .   | 67         |
| 4.3.1    | Edifício Plaza Di Mônaco .....  | 67         |
| 4.3.2    | Edifício Plaza Du Soleil.....   | 68         |
| 4.4      | COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE OS SISTEMAS   | 70         |
| 4.5      | PESQUISA DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DO<br>EDIFÍCIO PLAZA DI MÔNACO .....  | 74         |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO.....</b>   | <b>81</b>  |
|          | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>  | <b>83</b>  |
|          | <b>APÊNDICE A – Tabela de variação do preço de gás para o período<br/>de março de 2004 a maio de 2014.....</b>        | <b>86</b>  |
|          | <b>APÊNDICE B – Tabela comparativa de custos e estimativa de<br/>tempo de retorno do investimento.....</b>            | <b>91</b>  |
|          | <b>APÊNDICE C – Carta Contendo Questionário Entregue aos<br/>Moradores do Edifício Plaza Di Mônaco.....</b>           | <b>94</b>  |
|          | <b>ANEXO A – Estudo de dimensionamento do Edifício Plaza Di<br/>Mônaco.....</b>                                       | <b>98</b>  |
|          | <b>ANEXO B – Investimento de equipamentos e serviços para o<br/>sistema de aquecimento a gás com apoio solar.....</b> | <b>109</b> |

---

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que possui um potencial muito grande para o aproveitamento da energia solar pois apresenta uma irradiação solar global variando entre 4200 e 6700Wh/m<sup>2</sup>/dia. A Europa é o continente referência no aproveitamento dos recursos energéticos solares sendo que a irradiação solar global na Alemanha, por exemplo, varia entre 900 e 1250kWh/m<sup>2</sup> (PEREIRA, MARTINS, ABREU, & RÜTHER, 2006).

Embora o Brasil possua um grande potencial para a utilização dos recursos solares, vê-se que o aquecimento de água para banho no país utiliza basicamente a eletricidade como fonte de energia já que no ano de 2005, 73,5% dos sistemas de aquecimento utilizavam a energia elétrica como fonte de aquecimento. Ainda, apenas 5,9% dos domicílios aquecem a água com aquecedores a gás e o aquecimento solar compõe apenas 0,4% deste cenário (ELETROBRÁS, PROCEL, 2007).

Tendo em vista que o Brasil pode otimizar a utilização dos recursos energéticos disponíveis é muito importante a análise dos meios alternativos dos sistemas de aquecimento de água, considerando critérios ambientais e econômicos.

### 1.1 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A execução deste trabalho é justificada pelos motivos abaixo relacionados:

- a) A preocupação crescente da população em geral com o melhor aproveitamento dos recursos energéticos e controle do desperdício de energia;
- b) A economia financeira que a operação do sistema de aquecimento solar gera;
- c) A utilização intensiva da energia elétrica como recurso energético para o aquecimento de água sendo que o país apresenta um grande potencial para a utilização do recurso de aquecimento solar.

---

## 1.2 OBJETIVOS

Os objetivos do trabalho estão divididos em gerais e específicos, e são descritos a seguir.

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é realizar um estudo de caso a fim de analisar custos de implantação e operação de dois sistemas de aquecimento de água em operação em edifícios residenciais multifamiliares. Um dos sistemas é composto por aquecedores de passagem a gás e o outro é um sistema de aquecimento a gás com apoio solar.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Fazer um comparativo do custo de implantação do sistema de aquecimento a gás de passagem individual em cada unidade residencial e do sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar em um edifício residencial multifamiliar;
- b) Comparar os custos mensais do consumo de recursos entre os dois sistemas;
- c) Verificar qual a real economia do sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar;
- d) Verificar o nível de satisfação do usuário quanto ao uso do sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar.

## 1.3 LIMITAÇÕES

Os dados obtidos de consumo de energia limitam-se ao consumo de gás GLP, sendo que o consumo de energia elétrica utilizado pelo

---

sistema de aquecimento solar no funcionamento das bombas não foi levado em consideração para a elaboração deste trabalho.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos. O Capítulo 1 é uma seção introdutória que trata da problemática dos sistemas de aquecimento de água no país e mostra a justificativa do trabalho, os objetivos gerais e específicos.

O Capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica que descreve os principais equipamentos utilizados para o aquecimento de água e os seus modos de operação. Faz ainda uma explicação sobre a energia solar térmica, suas variações sazonais, como ela pode ser melhor aproveitada e a sua combinação com os demais tipos de aquecimento. Trata também de como deve ser calculada a população da edificação para o cálculo do volume de um reservatório térmico.

O Capítulo 3 apresenta o método da pesquisa de estudo de caso, trazendo a exposição dos critérios e processos realizados nas pesquisas e análises. O Capítulo 4 apresenta os dados obtidos e as análises e comparações entre os sistemas. O capítulo 5 é um capítulo de fechamento que traz as considerações finais e aponta se foi possível atingir os objetivos propostos no início do trabalho.

---

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O aquecimento da água para consumo doméstico pode ser realizado de diversas formas e este capítulo visa a apresentação dos aparelhos de aquecimento mais conhecidos e seus funcionamentos. Ainda, há uma apresentação do sistema de aquecimento solar e apresentação de como pode ser estimada a população de um edifício para o dimensionamento do sistema de aquecimento.

### 2.1 EQUIPAMENTOS:

Os aparelhos para aquecimento de água podem ser classificados de acordo com o tipo de transmissão de calor para aquecer a água de consumo – direto ou indireto. No equipamento de aquecimento direto a fonte geradora de calor está em contato direto com a superfície que envolve a água de consumo sem o uso de qualquer fluido de transferência de calor (COMGÁS & ABRINSTAL, 2011).

No sistema indireto, a fonte de calor não está em contato direto com a água a ser aquecida: um fluido intermediário é utilizado para a transferência de calor entre a fonte geradora e a água do reservatório. Esse sistema de aquecimento apresenta maior durabilidade quando comparado com o aquecimento direto, uma vez que não há contato entre o gerador de calor e a água fria que entra no reservatório, evitando constantes choques térmicos no sistema de aquecimento (COMGÁS E ABRINSTAL, 2011).

Os aparelhos para aquecimento de água podem, ainda, ser diferenciados de acordo com o tipo de funcionamento utilizado – instantâneo ou de acumulação. O aquecedor instantâneo aquece a água no momento que existe uma solicitação de demanda nos pontos de consumo. Já o aquecedor de acumulação aquece a água e a mantém aquecida e disponível em um reservatório térmico até a sua solicitação pelo usuário.

A seguir, serão apresentados alguns equipamentos utilizados no sistema de aquecimento de água. A escolha por um dos tipos de aquecimento depende dos recursos energéticos disponíveis, da área disponível para aquecimento e da disponibilidade de recursos

---

financeiros para custear o investimento inicial do sistema de aquecimento.

### **2.1.1 Aquecedor De Acumulação**

O aquecedor de acumulação é um equipamento de aquecimento direto ou indireto que pode utilizar gás, óleo, eletricidade ou o sol como fonte de energia e é projetado para gerar e armazenar água quente. É um aparelho constituído por uma unidade de aquecimento e um reservatório de água que mantém o volume de água aquecido e disponível para o consumo. A temperatura da água é regulada através de um termostato que liga e desliga a unidade de aquecimento, de acordo com a necessidade do usuário (COMGÁS e ABRINSTAL, 2011).

No caso de um aquecedor de acumulação a gás ou óleo diesel, o termostato existente dentro do reservatório verifica a temperatura e aciona a chama sempre que a temperatura é inferior à programada (ARAUTHERM, 2014). Já no caso de um reservatório com aquecedor elétrico por acumulação, o termostato aciona uma resistência elétrica tubular por imersão para o aquecimento da água (Site da empresa Cumulus). No aquecedor solar, o aquecimento pode acontecer de forma direta ou indireta da seguinte maneira: a água de consumo circula por múltiplas passadas pelo coletor térmico de forma a se aquecer ou o fluido de trabalho se aquece e a troca de calor entre a água e o fluido acontece em um trocador de calor. O funcionamento deste sistema será apresentado adiante, no item 2.2.5.

Na fabricação do corpo do reservatório são utilizadas chapas de aço carbono ou aço inox em casos especiais, com espessuras calculadas de acordo com a pressão atuante no sistema. Todas as peças de aço carbono que tem contato com a água de consumo devem passar por um processo de limpeza por jato de areia seguido por aplicação de tinta epóxi ou esmalte vítreo de forma a isolar o tanque da água, evitando a sua corrosão (ARAUTERM). Pode-se utilizar na fabricação do corpo interno do reservatório além do aço carbono vitrificado e do aço inoxidável, o cobre e polímeros para alta temperatura como o

---

polipropileno, ABS e polietileno aditivado (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

Externamente ao aquecedor, existe uma camada envoltória de isolante térmico feito com mantas de lã de vidro ou poliuretano expandido para evitar as trocas de calor entre o sistema e o meio externo e manter a água aquecida por mais tempo, diminuindo o consumo de energia (ARAUTERM e CUMULUS).

A Figura 1 mostra um aquecedor de acumulação direto da empresa Arauterm, encontrado no mercado pelo nome de Geradora de Água Quente Pressurizada e indicado pelo fabricante para instalações com grande consumo de água em pequenos espaços de tempo.

Figura 1 - Aquecedor de acumulação



Fonte: Manual técnico do equipamento (Geradora de água quente horizontal pressurizada), Arauterm



---

### 2.1.2 Aquecedores De Passagem (Instantâneo)

Os aquecedores de passagem a gás são aparelhos compactos que aquecem a água no momento em que o ponto de consumo é acionado e a fornecem instantaneamente, sem a necessidade de armazenamento em um reservatório de acumulação.

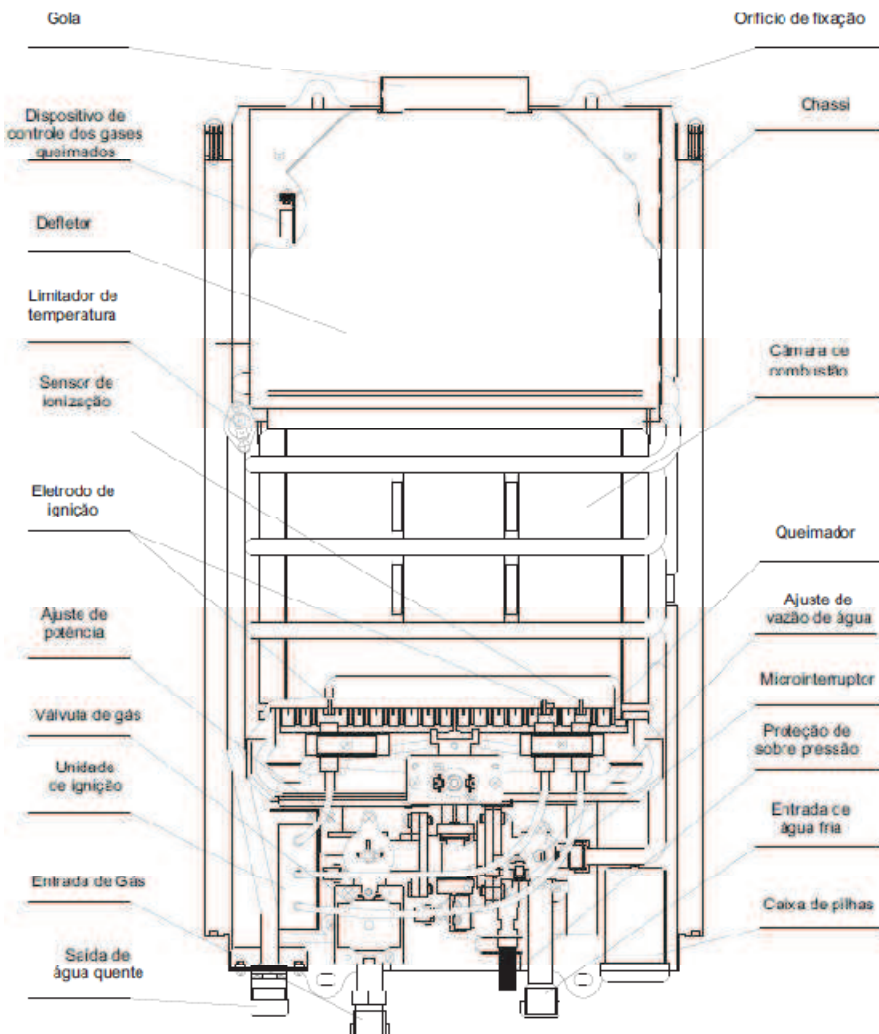
O funcionamento do aparelho ocorre da seguinte forma: sempre que um ponto de consumo de água quente é aberto, a água fria passa pelo aquecedor e aciona um dispositivo para acender o queimador. A combustão do gás ocorrida no queimador gera calor que é transferido para a água de consumo através de um trocador térmico: a água fria passa por uma serpentina localizada ao redor da câmara de combustão. Desta forma, o aquecimento da água ocorre de forma gradual à medida que passa pela serpentina e, uma vez que a água foi aquecida, vai direto para o ponto de consumo de água quente (Rinnai Brasil Tecnologia de Aquecimento Ltda.).

A Figura 2 mostra um esquema técnico do aquecedor de passagem BOSH GWH 160 B. Pode-se analisar pela imagem que a entrada de água fria se dá pela parte inferior direita do aparelho e a saída da água quente ocorre pela parte inferior esquerda do aparelho, após a passagem da água por toda serpentina ao redor da câmara de combustão.

Para que a operação de aquecimento seja realizada, a empresa RINNAI indica algumas condições necessárias para o local onde será realizada a instalação do aparelho:

- Presença de ponto de gás;
- Tubulação hidráulica de entrada de água fria;
- Tubulação hidráulica de saída de água quente que segue para abastecer os pontos de consumo;
- Pressão de água ideal (10mca);
- Furo da chaminé para exaustão dos produtos gerados pela combustão;
- Boa qualidade da água (tratada por concessionária);
- Local adequado (segundo as indicações da NBR 13.103/2013).

Figura 2 - Aquecedor de passagem



Fonte: Manual técnico do aquecedor de passagem modelo BOSH GWH 160B, BOSH

---

Para a instalação do aquecedor de passagem é necessária a compra de um kit de acessórios que não acompanham o aparelho. A Figura 3 mostra um aquecedor de passagem instalado onde se pode ver o registro de gás, o tubo metálico flexível para gás, o duto flexível para a chaminé de exaustão dos gases gerados na queima e dutos flexíveis para a entrada e saída de água no aquecedor.

Figura 3 - Aquecedor de passagem instalado



Aconselha-se ainda a instalação de um metro de tubulação de água quente ou a colocação de uma válvula de retenção antes da entrada de água fria do aparelho para o caso de retorno da água quente (Rinnai Ltda.)(BOSCH).

Para efetuar a compra de um aquecedor de passagem é necessário saber qual a vazão do equipamento para atender a demanda de água quente da edificação. A vazão indicada pelos fabricantes de aquecedores de passagem é para uma elevação de temperatura em 20°C com relação à

---

temperatura ambiente da água. Ainda, para um correto funcionamento do sistema, as duchas utilizadas devem ser condizentes com o equipamento de aquecimento. Existem duchas com vazões variando desde 8 até 50l/min, porém duchas com vazão maior que 12l/min causam um desperdício muito grande de água e gás para aquecimento e seu uso deve ser evitado pois não condizem com a realidade de desenvolvimento sustentável (ABRAVA, 2008). A Norma Brasileira de instalação Predial de Água Fria – NBR 5626/98, 1998 indica uma vazão de 12l/min para chuveiros ou duchas com misturador.

### 2.1.3 Sistema De Aquecimento Conjugado a Gás

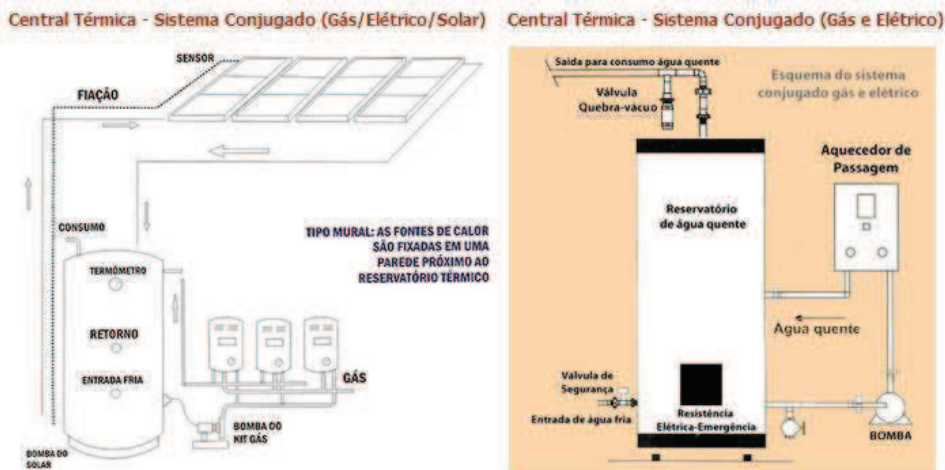
O sistema conjugado de aquecimento de água é composto por aquecedores de passagem, geralmente de aplicação industrial e um reservatório térmico para armazenamento da água quente (COMGÁS e ABRINSTAL, 2011).

O aquecimento é iniciado através do acionamento de um termostato instalado no reservatório, onde é regulada a temperatura desejada. Sempre que a temperatura baixar, será acionada a moto-bomba que recirculará a água por uma tubulação até a câmara de combustão dos aquecedores de passagem, onde a água será aquecida e a partir de então, conduzida novamente ao reservatório térmico. A água fica no ciclo de recirculação até atingir a temperatura programada (ASTROSOL – Sistema conjugado).

O reservatório é constituído por chapas de cobre, aço inox ou aço carbono com tratamento anti-corrosivo como no reservatório do aquecedor de acumulação descrito anteriormente.

Nesse sistema, é possível trabalhar com diversas formas de aquecimento em um mesmo reservatório, como pode ser verificado na **Figura 4**, o que pode garantir um aquecimento mais eficiente, com maior segurança quanto ao fornecimento de água quente e menor consumo de energia.

Figura 4 - Esquema de aquecedores conjugados



Fonte: Astrosol Aquecedores, Central térmica a gás (Sistema Conjugado)

## 2.1.4 Reservatório Térmico

A água aquecida é armazenada em reservatórios térmicos, permitindo seu consumo conforme a demanda dos usuários. Considerando que a temperatura da água para consumo do usuário é em torno de 40 °C, a temperatura da água armazenada deve ser de, no mínimo, 45 a 50°C para compensar as perdas térmicas nas tubulações até chegar ao usuário (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

O volume do reservatório é calculado em função da população estimada no edifício e “referências internacionais indicam a utilização de diferentes volumes em função da quantidade de pessoas residentes numa determinada unidade habitacional como, por exemplo: 160 a 200 litros para 1 a 2 pessoas, 300 a 370 litros para 3 ou 4 pessoas e 440 litros nos casos de 5 a 6 pessoas.” (COMGÁS & ABRINSTAL, 2011).

O volume de armazenamento de água quente deve ser diferente do volume consumido diariamente de forma a se reduzir o volume do reservatório, diminuindo a carga atuante na edificação. A redução desse

---

volume pode limitar-se até, no máximo, 75% do volume de consumo e, para que isto seja possível, deve-se aumentar a temperatura de armazenamento. A elevação da temperatura deve respeitar um limite entre 45 e 65°C, uma vez que temperaturas muito elevadas necessitam dispositivos de segurança complementares (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

Na etapa de projeto é previsto, além do volume necessário do reservatório, o sistema de aquecimento a ser utilizado. A forma de aquecimento da água deve ser escolhida de forma a suprir as necessidades de funcionamento do sistema principalmente em horários de pico no consumo, em épocas do ano em que o volume de água quente utilizado tem uma demanda maior e até em períodos de baixa insolação. O sistema de aquecimento pode ser a gás, óleo, elétrico ou solar (COMGÁS & ABRINSTAL, 2011).

O armazenamento de água nesses reservatórios pode ser prolongado e, para tanto, eles devem possuir um sistema de isolamento térmico com materiais de baixa condutividade térmica para reduzir a troca de calor entre o seu interior e exterior (COMGÁS & ABRINSTAL, 2011).

Os reservatórios térmicos devem ter material e espessura do corpo escolhidos em função da quantidade de água e da qualidade da água a ser armazenada e da pressão de trabalho do sistema, respectivamente. Existem diversos materiais que podem servir na fabricação dos reservatórios e sua escolha deve levar em consideração o pH da água a ser armazenada (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

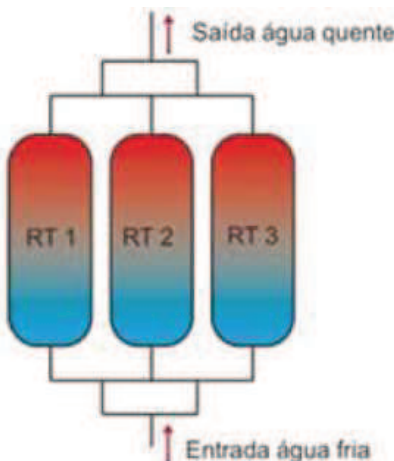
Em sistemas de aquecimento de médio a grande porte, torna-se interessante dividir o volume de armazenamento entre mais de um reservatório em função da melhoria da estratificação térmica e da redução do tamanho do reservatório (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

Quando for necessária a instalação de mais de um reservatório térmico, a interligação entre esses reservatórios pode ocorrer em paralelo ou em série. Na interligação em paralelo todos os reservatórios recebem água fria e entregam água quente à mesma temperatura para consumo. Na Figura 5 abaixo, pode-se ver um esquema desta

---

interligação e como ocorre a entrada da água fria e a saída da água quente. Se for optado pela instalação de um sistema de aquecimento auxiliar nos reservatórios, é necessária a instalação de um aquecedor auxiliar em cada um dos reservatórios interligados. Isto torna o custo da instalação mais elevado, porém o sistema apresenta uma menor estratificação térmica. A interligação dos reservatórios em paralelo tem a vantagem de os reservatórios funcionarem independentemente uns dos outros, o que facilita a manutenção (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

Figura 5 - Interligação dos reservatórios térmicos em paralelo



Fonte: KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013

Os reservatórios térmicos também podem ser instalados em série. Nesta forma de instalação, apenas um reservatório térmico recebe a entrada de água fria do sistema e a água aquecida vai para o próximo reservatório. Do ultimo reservatório sai a água quente para o consumo. Uma vantagem desse sistema é que, se necessária a instalação de um sistema de aquecimento auxiliar, o mesmo pode ser realizado apenas no ultimo reservatório. Isto gera uma diminuição no custo de implantação do sistema. Em compensação, se o sistema apresentar falha, os reservatórios funcionam em conjunto e a paralisação do funcionamento

---

de um deles implica na paralisação do fornecimento de água aquecida para os usuários (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

### 2.1.5 Coletor Solar

É um dispositivo que converte a radiação eletromagnética proveniente do sol em energia térmica. É construído de forma a reter a maior quantidade possível de calor para aquecer o fluido de trabalho que, neste caso, é a água para o consumo (COMGÁS e ABRINSTAL, 2011).

Os coletores solares podem apresentar-se sob diferentes formas. Na Figura 6 é apresentado o coletor plano com cobertura. Esse tipo de coletor possui cobertura transparente e isolamento térmico que dá a possibilidade de atingir temperaturas de até 80°C dentro do coletor (ABRAVA, 2008). Através da análise da figura pode-se observar também os elementos constituintes de sua estrutura: cobertura, placa absorvedora, caixa externa, isolamento térmico e tubulação.

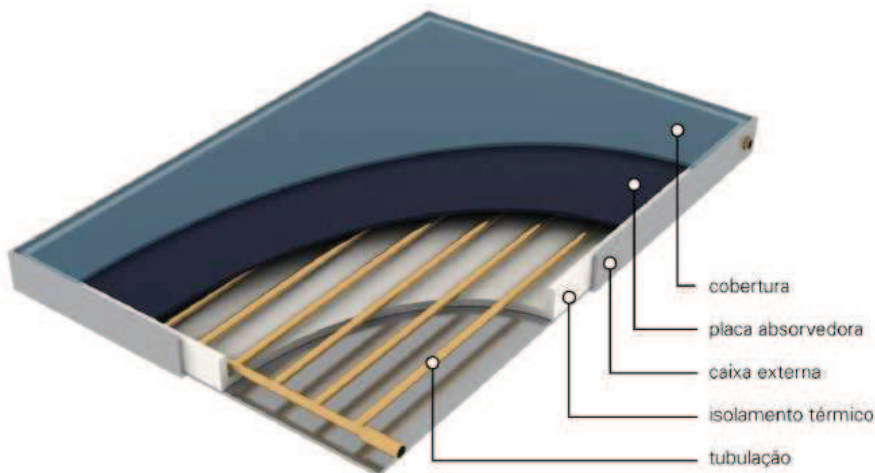
O funcionamento do coletor acontece da seguinte forma: recebe a energia radiante proveniente do sol e se aquece. Como o ambiente busca sempre o equilíbrio térmico, a placa coletora tende a perder calor para o meio. Para minimizar essas trocas de calor entre o coletor e o meio existe um **isolamento térmico** na base e laterais da placa solar. Os materiais comumente empregados para realizar esse isolamento são lã de rocha, lã de vidro ou espuma rígida de poliuretano com espessura variável de acordo com as necessidades (ABRAVA, 2008).

O Manual Técnico da COMGÁS e ABRINSTAL especifica os elementos componentes de um coletor solar. Dentre esses elementos está a **caixa externa** que é uma estrutura geralmente constituída de perfis de alumínio, chapa dobrada ou material plástico, que suporta o conjunto durante transporte e instalação e protege os componentes da ação do meio ambiente.



---

Figura 6 - Esquema aquecedor solar de placa coletora plana



Fonte: ABRINSTAL & COMGÁS, 2011

*No coletor solar busca-se, sempre, a maximização da energia absorvida e a minimização das perdas desta energia. [...] A escolha de um tipo de coletor solar depende basicamente da temperatura de operação requerida em determinada aplicação prática, [...]*

(ABRAVA, 2008)

As perdas por convecção e radiação são elevadas no topo do coletor e o isolamento térmico nesta área deve ser feito com um material que seja transparente à radiação solar e opaco à radiação emitida pela placa coletora. O vidro e alguns materiais sintéticos servem para realizar a **cobertura** do coletor, já que ele é transparente às radiações solares de onda curta e opaco às radiações de onda longa – efeito estufa.

Com grande parte do calor retido dentro da placa solar, é função da **placa absorvedora** (também pode ser chamada de aleta) reter parte

---

da energia radiante e transferir para o fluido que está passando na **tubulação** interconectada internamente ao coletor. A placa absorvedora é pintada de preto fosco ou recebe tratamento especial para melhorar a absorção da energia solar. A tubulação por onde passa a água a ser aquecida também pode ser conhecida como flauta ou calha superior/inferior e é constituída de cobre, normalmente, devido à sua alta condutividade e resistência à corrosão.

*Como nosso objetivo é aumentar o máximo possível a temperatura de equilíbrio da placa do coletor, busca-se maximizar a energia absorvida por ela na banda solar e, portanto, empregar tintas com alta absortividade nessa região do espectro. Como pretendemos também minimizar a energia emitida pela mesma placa, agora na chamada banda de emissão, devemos buscar tintas que emitam menos energia nessa faixa de comprimentos de onda. É o que chamamos de pinturas seletivas.*

(ABRAVA, 2008)

É importante salientar que a escolha dos materiais para composição do coletor solar deve ser feita de modo a contemplar ainda, o peso da sua estrutura, pois é um dispositivo que fica na cobertura e o seu transporte e instalação não deve ser dificultado pelo excesso de peso.

## 2.2 A ENERGIA SOLAR TÉRMICA

O Brasil é um país que recebe uma irradiação solar relativamente alta com média anual global variando entre 4200 a 6700 Wh/m<sup>2</sup>/dia e esta variação ocorre devido as diferentes características climáticas presentes entre as regiões do país. O menor valor da irradiação solar global acontece no litoral norte de Santa Catarina, onde as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano. O valor máximo da irradiação solar global acontece no norte do estado da Bahia, divisa com o Piauí, pois

---

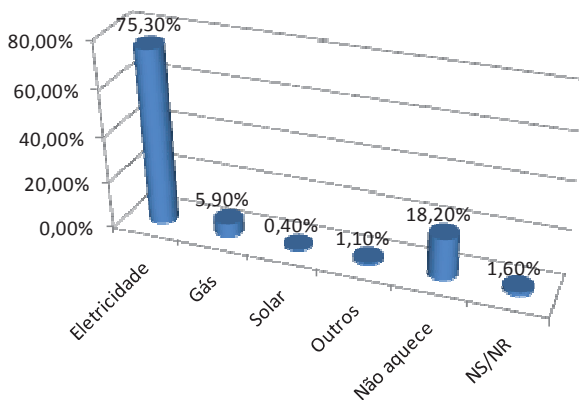
esta área apresenta um clima semi-árido com baixo índice pluviométrico durante o ano e baixa média anual de cobertura por nuvens(PEREIRA, MARTINS, ABREU, & RÜTHER, 2006). Como prova do potencial energético solar do país tem-se que a radiação solar na área mais ensolarada da Alemanha é 40% menor que a incidente na região menos ensolarada do Brasil, sendo que na maioria dos países da União Européia projetos para o aproveitamento de recursos solares são amplamente disseminados (SALAMONI, 2008).

A radiação solar pode ser utilizada tanto para geração de energia elétrica como para fonte de energia térmica(ANEEL, 2005). Vale salientar, porém, que o presente trabalho não tem como objetivo abordar o tema da geração de energia elétrica através do sistema solar fotovoltaico.

### **2.2.1 Dados De Mercado**

O aquecimento de água para usos residenciais no Brasil utiliza principalmente a eletricidade como fonte de energia. O Gráfico 1 foi retirado de uma pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso da ELETROBRÁS/PROCEL e mostra a distribuição das fontes de energia utilizadas para o aquecimento de água para banho no país para o ano de 2005. Pode-se verificar que 75,30% das residências utiliza a eletricidade como fonte de energia, 5,90% utilizam o gás e apenas 0,40% utilizam o aquecimento solar.

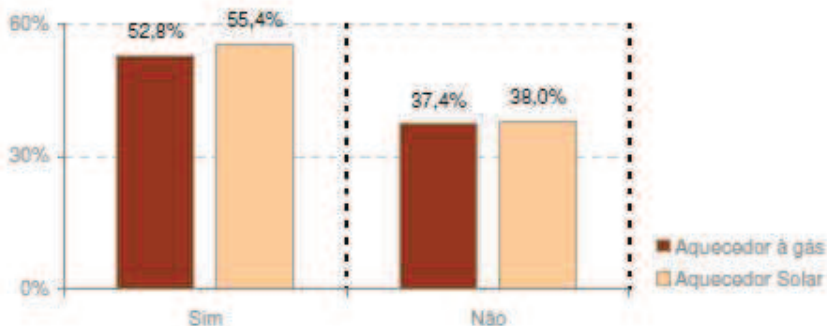
Gráfico 1 - Fonte utilizada para aquecimento de água para banho



Fonte: ELETROBRÁS, PROCEL, 2007

Embora o uso da energia elétrica como fonte de aquecimento de água seja o mais disseminado no país, a pesquisa indica ainda que maior parte dos usuários já ouviu falar de sistemas de aquecimento de água utilizando gás e aquecedor solar, como pode ser verificado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Conhecimento dos sistemas de aquecimento de água para o banho



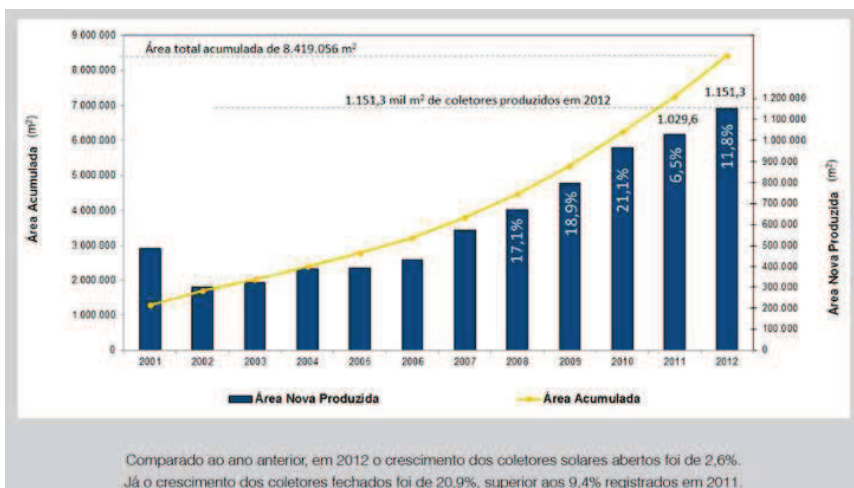
Fonte: ELETROBRÁS, PROCEL, 2007

Na situação atual, o mercado de aquecimento solar do país vem expandindo ao longo dos anos. Uma pesquisa de Dados de Mercado realizada pela DASOL – Departamento Nacional de Aquecimento Solar da ABRAVA - conclui que, desde 2006 a quantidade de coletores solares produzidos cresce ininterruptamente com uma média da taxa de crescimento anual de 17,6%. Esse crescimento pode ser analisado no **Gráfico 3**, no qual verifica-se que tanto o crescimento da produção anual quanto o da área acumulada entre os anos de 2001 e 2012.

A pesquisa aponta ainda que o setor de aquecimento solar teve um crescimento anual de 6,5% em 2011, quando foram produzidos 1,029 milhões de metros quadrados de coletores solares e ao final desse ano a área acumulada de aquecedores solares no Brasil chegou a 7,31 milhões de metros quadrados.

Segundo o DASOL, esse crescimento da produção está associado à conscientização ambiental das pessoas que estão passando a utilizar de fontes limpas de energia e tomando ações para minimizar o consumo de energia.

Gráfico 3 - Evolução do mercado de aquecimento solar brasileiro



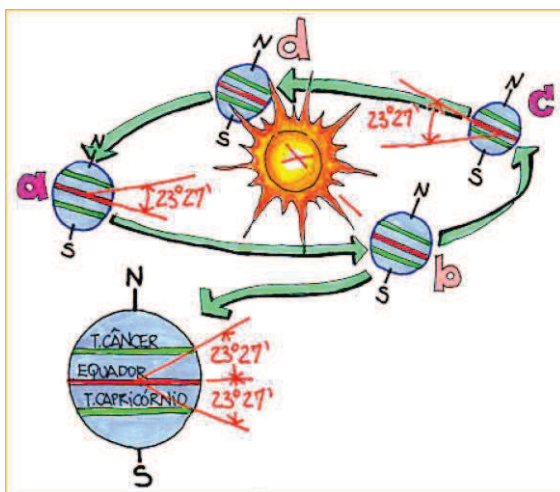
Fonte: DASOL

---

### 2.2.2 Os Movimentos Da Terra

A intensidade da radiação solar incidente no planeta é variável durante o ano de acordo com o movimento de translação da Terra ao redor do Sol. A trajetória elíptica desse movimento e principalmente a inclinação do eixo de rotação da Terra ao redor do Sol são responsáveis pela definição das estações do ano e diferenciam o verão (c) e inverno (a) do outono (d) e primavera (b) como pode ser verificado na **Figura 7** (LAMBERTS, et al., 2011).

Figura 7 - Trajetória da Terra ao redor do sol



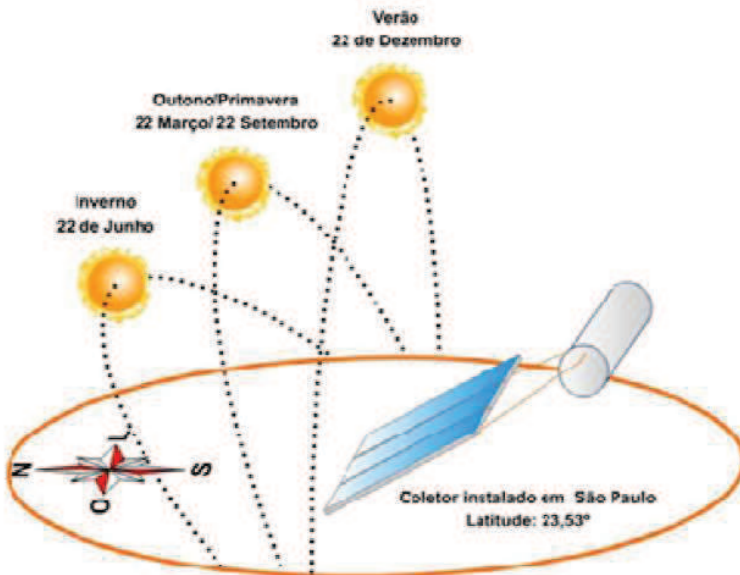
Fonte: LAMBERTS, et al., 2011

O movimento de rotação define a duração dos dias e é caracterizado por uma volta que a Terra dá em torno de si mesma em um eixo imaginário inclinado em  $23^{\circ}27'$  em relação à perpendicular ao plano definido pela órbita da Terra. Essa inclinação é responsável pela diferenciação entre o inverno e o verão e ainda limita os Trópicos de Câncer e Capricórnio, que são as regiões que recebem mais radiação solar durante o ano (LAMBERTS, et al., 2011). A Figura 8 mostra a

---

variação da trajetória solar de acordo com as estações do ano para uma residência localizada no Hemisfério Sul.

Figura 8 – Trajetória anual do Sol para o Hemisfério Sul



Fonte: ABRAVA, 2008

No Hemisfério Sul o Solstício de Verão acontece no dia 22 de Dezembro e ocorre quando a trajetória do Sol está sobre o Trópico de Capricórnio - isto significa que nesse dia, às 12 horas, o Sol passa no ponto mais alto do céu. O Solstício de Inverno que acontece no dia 22 de Junho é a noite mais longa do ano para o Hemisfério Sul e a trajetória solar encontra-se sobre o Trópico de Câncer. Já os Equinócios de Outono e Primavera acontecem nos dias 21 de março e 23 de setembro respectivamente, que é quando a trajetória do sol encontra-se sobre o plano do Equador e correspondem aos dias e noites com 12h de duração cada (ABRAVA, 2008).

---

### 2.2.3 Componentes Da Radiação Solar

O fluxo de energia radiante que incide normalmente em um ponto no topo da atmosfera terrestre denomina-se Constante Solar Média –  $G_{SC}$  – e seu valor atual é de  $1367 \text{ W/m}^2$  (ABRAVA, 2008). A radiação solar incidente sobre a superfície terrestre, porém, depende das condições atmosféricas: umidade relativa do ar, nebulosidade, poluição ou absorção pelos próprios elementos constituintes da atmosfera terrestre. Dessa forma, a Constante Solar Média corresponde a um valor máximo da irradiação solar, medido antes que ocorra qualquer atenuação pelos elementos constituintes da atmosfera terrestre (ANEEL, 2005).

Assim sendo, a irradiação solar incidente sobre os coletores solares é decomposta em radiação solar direta e radiação solar difusa. A radiação solar direta é a parcela que atinge diretamente a superfície sem sofrer nenhuma alteração na sua direção original ao atravessar a atmosfera. A radiação solar difusa é uma parcela que sofre espalhamento pelas nuvens, poluição, etc.. O albedo também está incluso na radiação solar difusa e é uma parte da radiação que atinge o coletor, proveniente da reflexão pelos elementos vizinhos como, por exemplo, construções e vegetação (ABRAVA, 2008).

### 2.2.4 Projetando O Sistema De Aquecimento Solar

Projetar a quantidade correta de placas solares para um determinado consumo e o posicionamento das placas ajustado conforme a latitude local e o período do ano em que há maior necessidade de energia coletada são fatores decisivos para garantir a eficiência do sistema de aquecimento e, conseqüentemente, a redução dos custos de operação. Da mesma forma, é necessário que o posicionamento das placas vise promover maior período diário de insolação sobre a bateria de coletores e a arquitetura da edificação deve ser projetada de modo a suprir essa necessidade.

O posicionamento ideal de uma bateria de coletores solares seria de modo que as placas fossem adaptáveis à trajetória do Sol nas diferentes épocas do ano compensando a latitude local e a declinação solar. Como esse tipo de instalação seria oneroso e exigiria um maior



---

cuidado na manutenção, O Manual de Capacitação da ABRAVA (2008) apresenta alguns critérios para o posicionamento fixo das placas solares de forma a obter o melhor aproveitamento possível da irradiação solar incidente:

- 1) **Média anual:** a média de inclinação das placas calculada a partir das inclinações ótimas nos solstícios de verão e inverno coincide com a própria latitude da localidade.

$$\beta = \phi$$

Onde:  $\beta$  = inclinação das placas com relação ao plano horizontal;  
 $\phi$  = latitude do local a serem instaladas as placas.

- 2) **Favorecimento do inverno:** A demanda de água quente no período do inverno é maior do que a necessária para o verão. Recomenda-se, portanto:

$$\beta = \phi + 10^\circ$$

Os critérios acima listados podem ser verificados analisando-se os gráficos abaixo. Os Gráficos 4, 5 e 6 e as Tabelas 1, 2 e 3 mostrados a seguir foram obtidos a partir do programa RADIASOL2 e mostram a irradiação solar média mensal na localização de Florianópolis/SC, medidas nas inclinações de  $0^\circ$ ,  $27^\circ$  (latitude de Florianópolis) e  $37^\circ$ . Todos os gráficos foram avaliados para o azimute das placas de  $0^\circ$ .

Gráfico 4 - Irradiação solar mensal para o plano horizontal

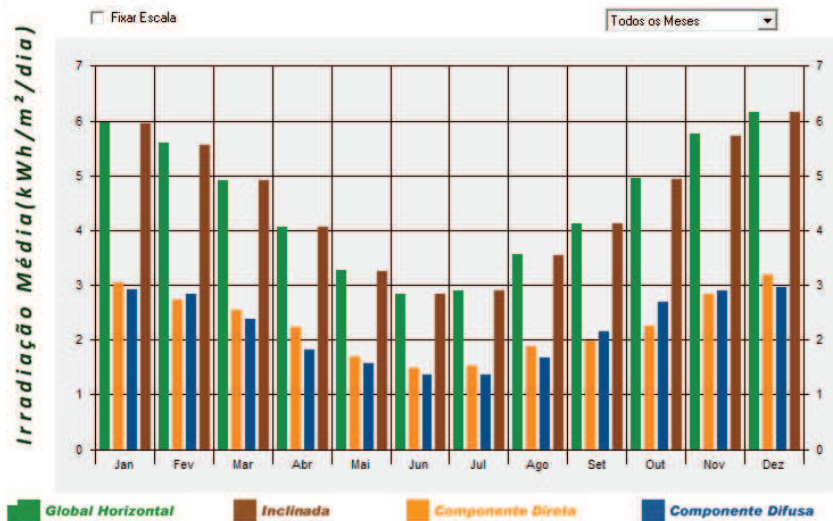
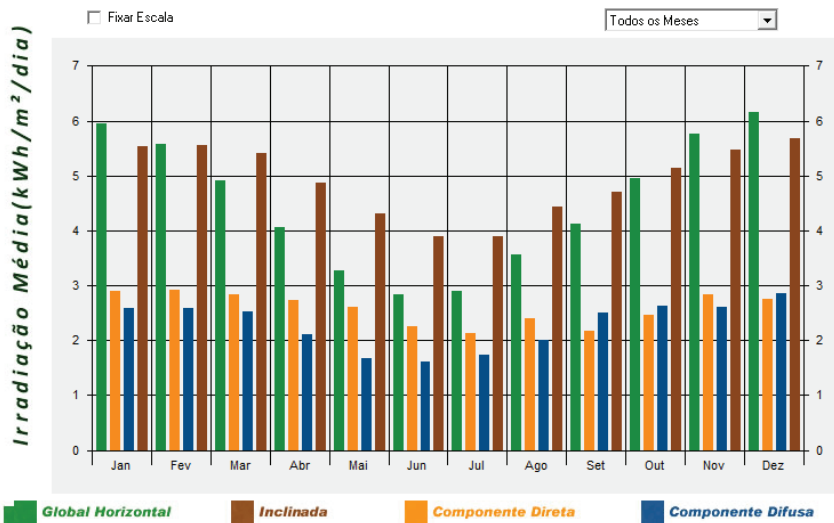


Tabela 1 – Tabela de dados para o plano horizontal

| IRRADIAÇÃO MÉDIA (kWh/m²/dia) - inclin. 0° |        |        |        |           |
|--|--------|--------|--------|-----------|
| Mês  | Global | Direta | Difusa | Inclinada |
| 1  | 5,96   | 3,04   | 2,92   | 5,95      |
| 2  | 5,59   | 2,74   | 2,83   | 5,56      |
| 3  | 4,92   | 2,54   | 2,39   | 4,92      |
| 4  | 4,07   | 2,23   | 1,83   | 4,05      |
| 5  | 3,27   | 1,7    | 1,56   | 3,26      |
| 6  | 2,83   | 1,48   | 1,36   | 2,83      |
| 7  | 2,9    | 1,53   | 1,37   | 2,89      |
| 8  | 3,56   | 1,87   | 1,67   | 3,54      |
| 9  | 4,13   | 1,99   | 2,15   | 4,13      |
| 10   | 4,95   | 2,25   | 2,69   | 4,94      |
| 11   | 5,75   | 2,84   | 2,9    | 5,73      |
| 12   | 6,15   | 3,2    | 2,96   | 6,15      |

Fonte: RADIASOL2

Gráfico 5 - Irradiação solar mensal para inclinação de 27°

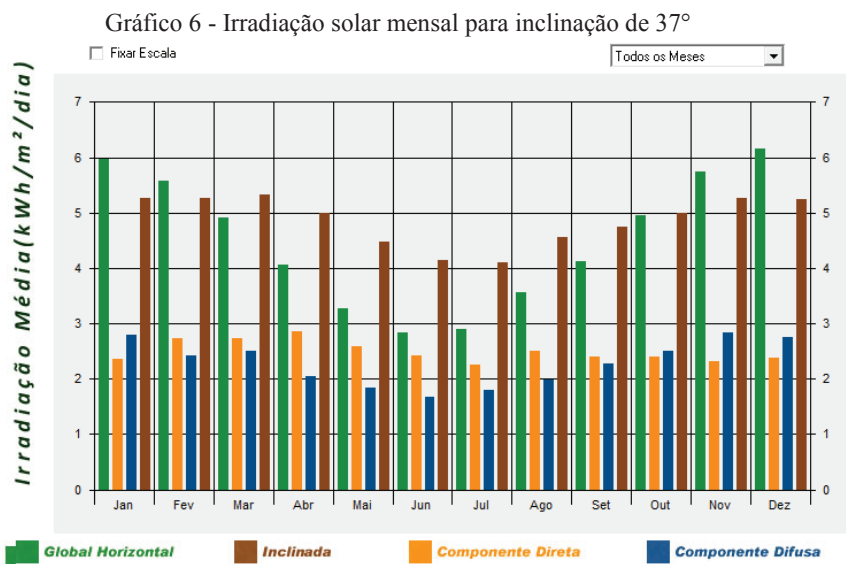


Fonte: RADIASOL 2

Tabela 2 - Tabela de dados para inclinação de 27°

| IRRADIAÇÃO MÉDIA (kWh/m²/dia) - inclin. 27° |        |        |        |           |
|---|--------|--------|--------|-----------|
| Mês   | Global | Direta | Difusa | Inclinada |
| 1   | 5,96   | 2,89   | 2,59   | 5,54      |
| 2   | 5,59   | 2,91   | 2,59   | 5,55      |
| 3   | 4,92   | 2,84   | 2,53   | 5,42      |
| 4   | 4,07   | 2,74   | 2,1    | 4,87      |
| 5   | 3,26   | 2,61   | 1,66   | 4,31      |
| 6   | 2,83   | 2,26   | 1,61   | 3,9       |
| 7   | 2,89   | 2,13   | 1,73   | 3,89      |
| 8   | 3,56   | 2,41   | 2      | 4,43      |
| 9   | 4,13   | 2,18   | 2,5    | 4,71      |
| 10  | 4,95   | 2,46   | 2,64   | 5,15      |
| 11  | 5,76   | 2,83   | 2,6    | 5,48      |
| 12  | 6,15   | 2,75   | 2,86   | 5,68      |

Fonte: RADIASOL 2



Fonte: RADIASOL 2

Tabela 3 - Tabela de dados para inclinação de 37°

| IRRADIAÇÃO MÉDIA (kWh/m²/dia) - inclin. 37° |        |        |        |           |
|---|--------|--------|--------|-----------|
| Mês   | Global | Direta | Difusa | Inclinada |
| 1   | 5,96   | 2,35   | 2,8    | 5,26      |
| 2   | 5,59   | 2,73   | 2,43   | 5,27      |
| 3   | 4,92   | 2,73   | 2,5    | 5,32      |
| 4   | 4,07   | 2,86   | 2,06   | 4,99      |
| 5   | 3,26   | 2,58   | 1,84   | 4,48      |
| 6   | 2,83   | 2,42   | 1,67   | 4,14      |
| 7   | 2,89   | 2,26   | 1,8    | 4,11      |
| 8   | 3,56   | 2,51   | 1,98   | 4,56      |
| 9   | 4,13   | 2,4    | 2,28   | 4,76      |
| 10  | 4,95   | 2,41   | 2,5    | 5         |
| 11  | 5,75   | 2,31   | 2,84   | 5,26      |
| 12  | 6,15   | 2,38   | 2,76   | 5,25      |

Fonte: RADIASOL2

---

Através da análise dos Gráfico 4, 5 e 6 pode-se verificar que a irradiação solar média é variável de acordo com a época do ano e essa variação está relacionada ao movimento de translação da Terra, descrito no item 2.2.2. Ainda, comparando a Figura 8 com os Gráfico 4, 5 e 6 acima pode-se concluir que a posição do planeta em relação ao sol nos meses de inverno leva a uma diminuição da intensidade da irradiação média mensal incidente sob o plano horizontal (global horizontal).

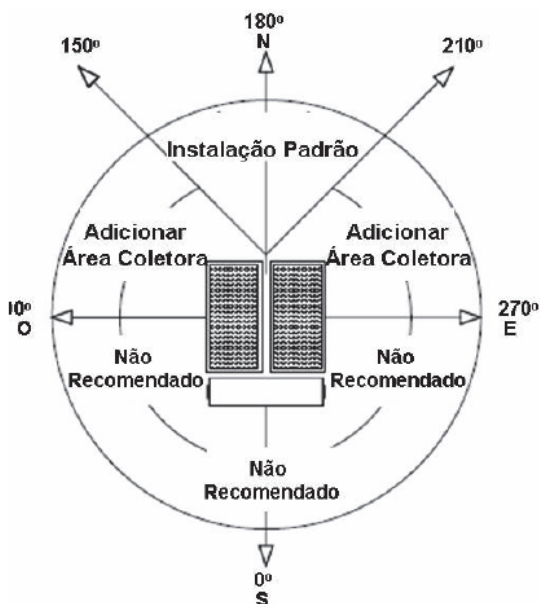
Visando otimizar o aproveitamento da radiação solar e analisando-se as inclinações das placas solares que recebiam mais irradiação nos solstícios de verão e inverno, percebeu-se que a média das inclinações ótimas nessas datas coincide com a própria latitude da localidade que é, no caso,  $27^\circ$  e pode ser analisada no Gráfico 5. Deve-se observar que a variação da inclinação das placas coletoras solares de  $0^\circ$  para  $27^\circ$  causou uma diminuição da irradiação solar direta média entre os meses de novembro e janeiro, porém, aumentou entre os meses de fevereiro e outubro. Ainda, ocorre uma diminuição da irradiação solar média difusa e inclinada entre os meses de novembro e fevereiro, porém de março a outubro ela aumenta como pode ser verificado nas Tabela 1 e 2 que resultam nos Gráfico 4 e 5.

Sabendo-se ainda, que a demanda de água quente aumenta no período do inverno conforme indicado no critério 2 acima, recomenda-se que a inclinação ideal das placas seja de  $37^\circ$  para o município de Florianópolis. Verifica-se no Gráfico 6 que, de fato, se a inclinação aumenta de  $27^\circ$  para  $37^\circ$  em média as irradiações solares médias direta, difusa e inclinada aumentam entre os meses de abril e agosto melhorando a eficiência do sistema de aquecimento para o período de inverno, porém diminuem entre os meses de setembro e março.

Além da inclinação ideal, os coletores devem estar em uma posição que permita maior tempo de incidência solar durante o dia, ou seja, direcionados simetricamente com a trajetória solar. Quando a instalação do sistema de aquecimento for feita no Hemisfério Sul, o posicionamento das placas deve ser feito com orientação voltada para o Norte Geográfico para garantir essa simetria. Pode-se observar na Figura 9 que há uma faixa de tolerância no ângulo azimutal de orientação das placas, mas quando ocorrer essa variação, uma acréscimo

na área das placas deverá ocorrer. Como as placas solares geralmente têm restrição de espaço para instalação, quando a variação do ângulo azimutal for necessária é preferencial que ela ocorra para o sentido Oeste, já que no período da tarde a temperatura ambiente é geralmente mais elevada (ABRAVA, 2008).

Figura 9 - Orientação ideal do coletor solar de acordo com o Norte Geográfico



Fonte: ABRAVA, 2008.

### 2.2.5 O Funcionamento Do Sistema De Aquecimento Solar

O sistema de aquecimento solar é acionado por um sensor térmico ligado às placas solares sempre que esse acusa que a temperatura das placas é superior à temperatura da água armazenada no reservatório térmico (COMGÁS & ABRINSTAL, 2011).

O sistema de aquecimento de água nas placas solares pode acontecer tanto de forma direta quanto indireta. No aquecimento direto,

---

o sensor térmico aciona uma bomba de recirculação entre as placas e o reservatório. A água de consumo passa diretamente pelos coletores solares e se aquece. Essa forma de aquecimento tem como desvantagem a água fria entrar em contato direto com os painéis coletores solares. Este efeito de “choque térmico” a longo prazo pode ser prejudicial para a durabilidade das placas devido às constantes variações de temperatura (COMGÁS & ABRINSTAL, 2011).

O sistema de aquecimento indireto é recomendado para regiões onde as temperaturas estão sujeitas a ficarem abaixo de 0°C, pois, nesse sistema há um trocador de calor que transfere a temperatura das placas solares para a água de consumo. Dessa forma, o sistema permite a utilização de aditivos anticongelamento na água que circula entre as placas. No sistema de aquecimento indireto, o sensor térmico aciona a bomba entre as placas solares e o trocador de calor e também outra bomba entre o trocador de calor e o reservatório térmico (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

### **2.2.6 A Instalação Por Termossifão**

Os sistemas de aquecimento de água podem ser classificados quanto ao modo de circulação da água que pode ser por circulação natural, também chamada de termossifão ou circulação forçada com um sistema bombeado de recirculação de água entre o reservatório de água quente e as placas solares.

A instalação por termossifão acontece, geralmente, em sistemas de pequeno porte já que em sistemas de médio e grande porte é necessária a instalação por circulação forçada para garantir o bom funcionamento do sistema. Nos sistemas de circulação forçada, o acionamento da bomba é feito por um sensor térmico que verifica se os coletores solares estão a uma temperatura maior ou menor que a temperatura da água armazenada. Se a temperatura dos coletores estiver maior, as bombas são acionadas para recircular a água do reservatório de forma a aquecê-la (ABRAVA, 2008).

No sistema de termossifão ou circulação natural, a recirculação entre o reservatório e os coletores solares acontece devido à uma diferença de pressão manométrica da água a diferentes temperaturas.

---

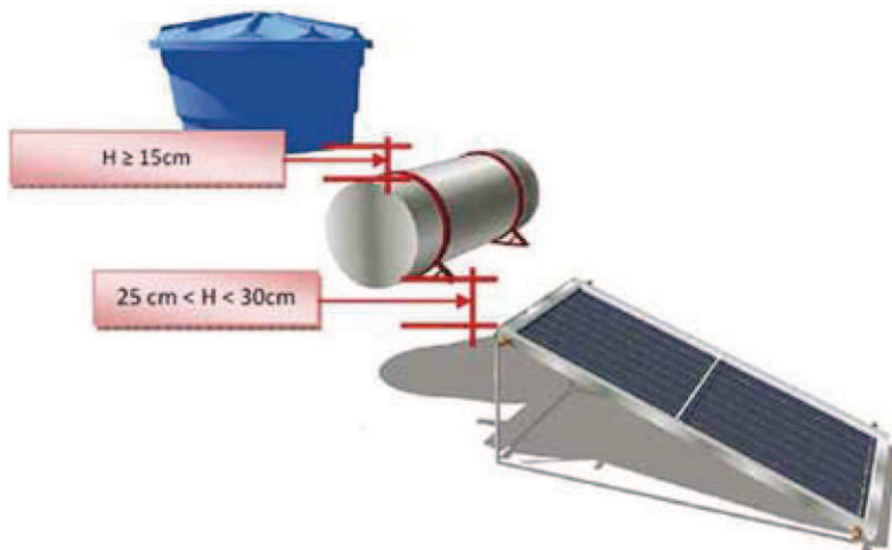
Como a água fria é mais densa e a água quente é menos densa, o sentido do fluxo é contínuo no sentido ascendente do coletor, já que a temperatura vai aumentando. A vazão do sistema por termossifão é auto regulável pois quanto maior a insolação, maior a vazão no coletor (ABRAVA, 2008).

Para que esse sistema funcione corretamente, algumas diretrizes de projeto devem ser seguidas, quais sejam:

- A distância entre o fundo do reservatório de água fria e o topo do reservatório de água quente deve ser de, no mínimo, 15cm;
- A distância entre o fundo do reservatório de água quente e o topo da placa coletora solar deve estar entre 25 e 30cm (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

A representação dessas diretrizes pode ser observada na Figura 10.

Figura 10 - Esquema de instalação do sistema de aquecimento solar por termossifão



Fonte: KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013



---

## 2.2.7 Sistema De Aquecimento Auxiliar

Nos períodos de pouca insolação ou nas épocas de chuva, o sistema de aquecimento solar pode não ser muito eficiente. Ainda, por questões econômicas ou técnicas os sistemas de aquecimento solar nem sempre são projetados para atender a demanda de água quente total durante o ano inteiro. Para atender essa demanda total de água quente é projetado o sistema de aquecimento auxiliar, também chamado de aquecimento de apoio (COMGÁS & ABRINSTAL, 2011).

O sistema de aquecimento auxiliar pode utilizar diversas fontes de energia para seu funcionamento, bem como pode ser tanto um sistema de aquecimento auxiliar central quanto um sistema de aquecimento auxiliar individual (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

### 2.2.7.1 Sistema de Aquecimento Auxiliar Individual

Abaixo estão explicados os sistemas de aquecimento auxiliar mais comuns. Esses sistemas têm como vantagem a possibilidade de medição individualizada de consumo de energia, porém, existe uma desvantagem no custo de instalação do sistema, já que existe o custo de implantação do sistema de aquecimento solar acrescido ao custo de implantação do sistema de apoio individual em cada unidade habitacional.

- **Sistema de apoio com chuveiro elétrico inteligente:**

Esse sistema apresenta um sensor térmico no chuveiro o qual verifica a temperatura da água que chega do reservatório térmico e, se a temperatura contida na tubulação for inferior à programada pelo usuário, o aquecimento adicional acontece imediatamente no ponto de consumo. Esse sistema gera economia de água, uma vez que a água fria parada na tubulação desde a saída do boiler até o ponto de consumo não é desperdiçada. Se a água do reservatório estiver a uma temperatura apropriada para o consumo, o sistema elétrico do chuveiro somente fica acionado até a chegada da água quente do reservatório térmico no chuveiro (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

---

- **Sistema de apoio com aquecedor a gás de passagem individual:**

Esse sistema é composto por coletores solares, reservatório térmico e aquecedores de passagem individual em cada unidade habitacional. Neste sistema, sempre que a água quente é acionada em um ponto de consumo, ela sai da rede de distribuição coletiva e é direcionada ao apartamento. Depois que entra no apartamento, a água passa por uma válvula de controle de temperatura e, se a água quente estiver a uma temperatura igual ou superior à programada pelo usuário ela é direcionada diretamente para o ponto de consumo. Se a temperatura for inferior à programada, ela é direcionada ao aquecedor de passagem complementar (COMGÁS & ABRINSTAL, 2011).

Deve-se considerar que o aquecedor de passagem deve ter controle de temperatura para fornecer apenas a energia necessária para atingir a temperatura programada pelo usuário. Ainda, o aquecedor de passagem deve ser dimensionado de tal forma que atenda à demanda total de água quente da unidade habitacional (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

#### 2.2.7.2 Sistema de Aquecimento Auxiliar Centralizado

Os sistemas de aquecimento abaixo citados e explicados funcionam com o sistema de aquecimento auxiliar diretamente no reservatório térmico e são responsáveis por aquecer o volume total dos reservatórios nos períodos de chuva ou pouca insolação. A distribuição para as unidades habitacionais acontece através de um anel circulante que permite que a água se mantenha aquecida e circulando entre os andares através de uma bomba de recirculação. Quando acionado o ponto de consumo de água quente, somente é desperdiçada a água contida na tubulação, aquela que vai do anel circulante até o ponto de consumo (COMGÁS & ABRINSTAL, 2011).

- **Sistema de apoio com resistência elétrica dentro do reservatório térmico:**

Este sistema é composto basicamente de uma resistência elétrica e um termostato, ambos dentro do reservatório térmico. A resistência

---

elétrica aquece a água de consumo toda vez que o termostato acusa que a temperatura da água armazenada é inferior à programada pelo usuário.

Uma alternativa a este sistema é associar o reservatório a um controlador de horário programado de forma que a resistência elétrica possa ligar apenas nos horários programados, próximo ao horário de pico de consumo (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

- **Sistema de apoio com aquecedores de passagem no reservatório térmico:**

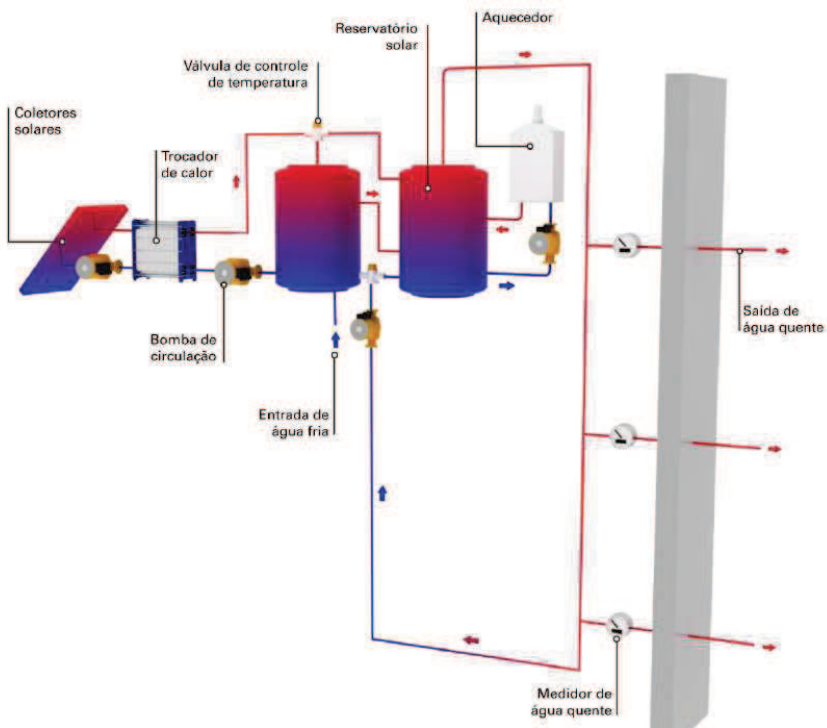
O reservatório do sistema coletivo a gás é geralmente instalado em série com o reservatório do sistema de aquecimento solar. O funcionamento dessa composição consiste na utilização do sistema de aquecimento solar como um pré-aquecimento: a água previamente aquecida no sistema solar é direcionada para o reservatório térmico ligado aos aquecedores de passagem industriais de forma que esses só utilizam a energia necessária para complementar o aquecimento. A partir do segundo reservatório térmico a água é então levada até os pontos de consumo (ABRAVA, 2008).

A Figura 11 é um esquema do funcionamento do sistema de aquecimento solar com apoio a gás de passagem no reservatório térmico. Observe que nesse sistema a água é aquecida pelos coletores solares de forma indireta, pois há a presença de trocador de calor. Observa-se a existência de duas bombas, uma para a recirculação do fluido de troca de calor entre o trocador térmico e os coletores solares e outra para recirculação da água aquecida entre o trocador térmico e os reservatórios.

Quando a água volta do trocador de calor, observa-se que ela passa por uma válvula de controle de temperatura. Se a água estiver a uma temperatura elevada ela é direcionada para o reservatório com o sistema a gás diretamente, aumentando a temperatura da água do reservatório de forma a evitar o acionamento dos aquecedores. Se a temperatura da água que sai do trocador térmico não for tão alta, a água é direcionada para o reservatório solar. Observa-se ainda, que a água levada para o consumo é retirada da parte mais superior do reservatório a gás pois é a água mais aquecida do sistema (ABRAVA, 2008).

---

Figura 11 - Sistema de aquecimento solar com apoio a gás de passagem no reservatório



Fonte: ABRINSTAL & COMGÁS, 2011

- **Sistema de apoio com geradoras de água quente a gás ou a óleo:**

A geradora de água quente é um tipo de aquecimento por acumulação mostrada no item 2.1.1 do presente trabalho. Uma grande vantagem da geradora de água quente é que ela aquece grandes volumes de água em um curto espaço de tempo, além de possuir menor custo operacional do que o sistema de aquecimento individual (KULB, PEREIRA, & MESQUITA, 2013).

---

## 2.3 COMO ESTIMAR A POPULAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Na etapa de concepção de um projeto, para estimar o volume de água quente que deve ser reservado é necessário obter o número de usuários que habitarão a edificação. Os reservatórios são dimensionados pela estimativa de consumo diário da edificação, conforme seu uso e população.

O Código de Obras de Florianópolis indica para o cálculo da estimativa da população:

- 2 pessoas/dormitório se esse possuir até 12,00m<sup>2</sup>;
- 3 pessoas/dormitório se esse possuir mais de 12,00m<sup>2</sup>.

A partir de dados obtidos no ultimo Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2010 no município de Florianópolis, constatou-se que:

- 48,77% dos domicílios particulares permanentes possuem densidade de moradores por dormitório de até 1,0 morador;
- 44,46% dos domicílios particulares permanentes possuem densidade de moradores por dormitório de 1,0 a 2,0 moradores;
- 5,39% dos domicílios particulares permanentes possuem densidade de moradores por dormitório de 2,0 a 3,0 moradores;
- 1,36% dos domicílios particulares permanentes possuem densidade de moradores por dormitório de mais de 3,0 moradores.

---

### 3 METODOLOGIA

O método utilizado para a elaboração deste trabalho de conclusão de curso foi o de estudo de caso. O estudo de caso foi realizado em dois edifícios residenciais situados na cidade de Florianópolis, detalhados a seguir. Neste capítulo serão apresentadas as características dos empreendimentos e dos sistemas de aquecimento, instrumentos de levantamentos de dados e o roteiro de desenvolvimento do estudo comparativo.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS

Os dados dos edifícios abaixo utilizados para caracterização dos empreendimentos foram retirados dos Memoriais Descritivos dos edifícios, encontrados no site da construtora, bem como de alguns projetos obtidos com a própria construtora e com os escritórios responsáveis pela elaboração dos projetos. Obtiveram-se informações também através da coleta de dados em cada uma das edificações.

Os dois empreendimentos em estudo são edifícios construídos pela mesma construtora, entregues com uma diferença de tempo de nove meses entre si, possuem o mesmo padrão da construção, são edificações vizinhas uma da outra e possuem o porte semelhante. Todos esses fatores tornam a comparação entre os métodos de aquecimento possível, pois se trata do mesmo perfil de usuário.

---

### 3.1.1 Edifício Plaza Di Mônaco

O edifício Plaza di Mônaco é um edifício residencial multifamiliar localizado no bairro Trindade, no município de Florianópolis/SC. O empreendimento foi entregue em 18 de Agosto de 2011, possui uma área construída global de 28.556,67m<sup>2</sup> e está sobre um terreno com área de 5.280,00m<sup>2</sup>.

O edifício é composto por duas torres com estrutura em concreto armado e elementos de vedação em alvenaria cerâmica. Possui dois pavimentos garagem e um pavimento pilotis comuns às duas torres e cada torre possui 12 pavimentos tipo, barrilete, casa de máquinas e reservatórios de água.

Nas áreas comuns da edificação, tem-se:

- GARAGEM 1 com 135 vagas de garagem, central de gás, depósito de lixo, cisternas, bicicletário, administração do condomínio com lavabo, cisterna pluvial e casa de bombas.
- GARAGEM 2 com 143 vagas de garagem, bicicletário, garage band, casa de bombas da piscina, zeladoria e subestação.
- O PILOTIS possui 60 vagas de garagem, teen lounge, lanhouse, brinquedoteca, playground, sala de jogos, salão de festas infantil, sala de massagem, espaço mulher, piscinas adulto e infantil, espaço gourmet, pet place, academia, cinema e biblioteca.

Na **TORRE I**, dos 12 pavimentos tipo existentes, cada pavimento possui 7 unidades autônomas. Já na **TORRE II**, do 1º ao 11º pavimentos tipo, existem 8 apartamentos por andar e o 12º andar possui 5 apartamentos. A Tabela 4 abaixo mostra a disposição dos apartamentos em cada pavimento e o somatório correspondente a apartamentos com 2 e 3 dormitórios com e sem dependência na edificação.

O edifício apresenta um sistema de aquecimento de água centralizado a gás com apoio solar que será explicado no item 4.

Tabela 4 - Distribuição dos apartamentos Plaza di Mônaco

|                                   |    | TORRE I    |            |                      | TORRE II   |            |                      |
|-----------------------------------|----|------------|------------|----------------------|------------|------------|----------------------|
|                                   |    | 2<br>dorm. | 3<br>dorm. | 3<br>dorm.<br>+ dep. | 2<br>dorm. | 3<br>dorm. | 3<br>dorm.<br>+ dep. |
| pavimento                         | 1  | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 2  | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 3  | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 4  | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 5  | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 6  | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 7  | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 8  | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 9  | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 10 | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 11 | 3          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 12 | 3          | 2          | 2                    | 3          | -          | 2                    |
| total                             |    | 36         | 24         | 24                   | 47         | 22         | 24                   |
| aptos com 2 dorm.                 |    | 83         |            |                      |            |            |                      |
| aptos com 3 dorm. sem dependência |    | 46         |            |                      |            |            |                      |
| aptos com 3 dorm. com dependência |    | 48         |            |                      |            |            |                      |
| TOTAL                             |    | 177        |            |                      |            |            |                      |



---

### 3.1.2 Edifício Plaza Du Soleil

O edifício Plaza du Soleil é um edifício residencial multifamiliar também localizado no bairro Trindade, no município de Florianópolis/SC. O empreendimento foi entregue em 24 de Novembro de 2010, possui uma área construída global de 30.165,70m<sup>2</sup> e está sobre um terreno com área de 5.737,00m<sup>2</sup>.

O edifício também é composto por duas torres com estrutura em concreto armado e elementos de vedação em alvenaria cerâmica. Possui dois pavimentos garagem e um pavimento pilotis comuns às duas torres e cada torre possui 12 pavimentos tipo, um pavimento ático, barrilete, casa de máquinas e reservatórios de água.

Nas áreas comuns da edificação, tem-se:

- GARAGEM 1 com 129 vagas de garagem, central de gás, depósito de lixo, cisternas, casa de bombas, subestação, fitness, piscinas adulta e infantil e depósitos.
- GARAGEM 2 com 125 vagas de garagem, bicicletário, depósitos, zeladoria e espaço gourmet.
- O PILOTIS possui 75 vagas de garagem, teen lounge, lanhouse, beauty room, sala de massagem, brinquedoteca, playground, duas praças de convivência, salão de festas infantil, business center, pet place, cinema e biblioteca.

Além das áreas comuns, cada pavimento tipo possui oito apartamentos, totalizando 96 apartamentos em cada torre. O pavimento ático de cada torre possui quatro unidades autônomas. A

---

Tabela 5 Tabela 5 mostra a disposição dos apartamentos em cada pavimento e o somatório correspondente a apartamentos com 2 e 3 dormitórios, com e sem dependência na edificação.

O edifício apresenta um sistema de aquecimento de água com aquecedores a gás de passagem individual em cada um dos apartamentos. O assunto será melhor discorrido no item 4.

Tabela 5 – Distribuição dos apartamentos Plaza Du Soleil

|                                   |       | TORRE I    |            |                      | TORRE II   |            |                      |
|-----------------------------------|-------|------------|------------|----------------------|------------|------------|----------------------|
|                                   |       | 2<br>dorm. | 3<br>dorm. | 3<br>dorm.<br>+ dep. | 2<br>dorm. | 3<br>dorm. | 3<br>dorm.<br>+ dep. |
| pavimento                         | 1     | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 2     | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 3     | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 4     | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 5     | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 6     | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 7     | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 8     | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 9     | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 10    | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 11    | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | 12    | 4          | 2          | 2                    | 4          | 2          | 2                    |
|                                   | ático | 4          | -          | -                    | 4          | -          | -                    |
| total                             |       | 52         | 24         | 24                   | 52         | 24         | 24                   |
| aptos com 2 dorm.                 |       | 104        |            |                      |            |            |                      |
| aptos com 3 dorm. sem dependência |       | 48         |            |                      |            |            |                      |
| aptos com 3 dorm. com dependência |       | 48         |            |                      |            |            |                      |
| TOTAL                             |       | 200        |            |                      |            |            |                      |

---

### 3.2 OBTENÇÃO DOS DADOS DE CONSUMO DOS SISTEMAS

Com o intuito de realizar o estudo comparativo de consumo de gás entre os dois diferentes métodos de aquecimento e obter o custo de operação de cada um dos sistemas, contatou-se o síndico de cada um dos edifícios. Para comprovar a autenticidade do estudo foi elaborada uma carta explicando o tema do trabalho e pedindo autorização para a análise de onze balancetes, totalizando o período de estudo de onze meses.

Através da análise dos balancetes disponibilizados pelo síndico para consulta, obteve-se o custo mês a mês pelo período de um ano da compra de gás realizada nos edifícios.

### 3.3 OBTENÇÃO DA POPULAÇÃO RESIDENTE NOS EDIFÍCIOS

Os edifícios em estudo não possuem registro da população existente por se tratarem de edifícios em que há uma grande rotatividade de moradores. Para o cálculo do consumo *per capita* é necessário ter conhecimento da população total residente em cada um dos edifícios e, para tanto, a população foi estimada utilizando-se como base os dados do IBGE indicados no item 2.3. Tem-se, então, que 48,77% dos domicílios particulares permanentes possuem densidade de moradores por dormitório de até 1,0 morador e 44,46% possuem densidade de moradores por dormitório de 1,0 a 2,0 moradores e, com base nesses dados, foi utilizado um índice de 2 moradores por suíte e um morador por dormitório simples e dependência.

### 3.4 ORÇAMENTOS DE IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS

A análise dos orçamentos foi realizada com o objetivo de comparar o custo de implantação do sistema de aquecimento a gás de passagem individual para um dos edifícios com o custo de implantação do sistema de aquecimento centralizado com reservatório térmico a gás e apoio solar.

---

### **3.4.1 Edifício Plaza Di Mônaco**

O orçamento do sistema de aquecimento foi obtido com o projetista, o qual forneceu os valores atualizados para a data de Junho de 2014. O referido orçamento pode ser visualizado no ANEXO B.

Para realizar o estudo comparativo do custo de implantação entre os dois sistemas, além do orçamento dos equipamentos de aquecimento e bombas, torna-se necessário quantificar e orçar todos os itens que variam entre um sistema e outro. Para tanto, no sistema de aquecimento a gás centralizado com complemento solar deve-se considerar no custo de implantação os medidores de água quente que não existem no sistema a gás de passagem. O orçamento dos hidrômetros foi feito através de consulta com a construtora das edificações.

### **3.4.2 Edifício Plaza Du Soleil**

O orçamento do sistema de aquecimento foi realizado contatando-se três empresas localizadas no município de Florianópolis/SC, representantes do aquecedor utilizado na edificação. Utilizando-se o preço mais baixo orçado para um aquecedor de passagem, multiplicou-se o custo pelo número de apartamentos e obteve-se o orçamento.

Considerou-se também que a instalação de gás da edificação seria mais onerosa em relação ao Edifício Plaza di Mônaco, uma vez que há um trecho de tubulação a mais em cada um dos apartamentos, que está entre o ponto de gás de cozinha e o ponto de gás do aquecedor de passagem. Esse trecho não existiria no sistema de aquecimento central a gás com apoio solar. Levantou-se o comprimento excedido através da análise do projeto preventivo contra incêndio da edificação. O preço do material foi obtido através do relatório do SINAPI da CAIXA Econômica Federal, para o mês de maio de 2014 no município de Florianópolis/SC.

Foi realizado também o orçamento da mão-de-obra para instalação dos aquecedores, juntamente com o kit de instalação para a entrada de água fria, saída de água quente, tubo metálico para entrada de gás no aparelho, registro de corte de gás e tubulação flexível com diâmetro de 60mm para exaustão de gases queimados. O orçamento foi

---

realizado entrando-se em contato com a empresa instaladora de equipamentos de aquecimento de água que realizou o serviço no Edifício Plaza Di Mônaco.

### 3.5 ANÁLISE DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO NO EDIFÍCIO PLAZA DI MÔNACO

Para verificar o nível de satisfação dos usuários do Edifício Plaza Di Mônaco quanto ao sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar, realizou-se uma pesquisa no condomínio onde foram questionados os seguintes itens:

1. Qual o apartamento e bloco do morador – para organização dos dados obtidos;
2. Quantas pessoas residem no apartamento – para obter a população real do condomínio;
3. Seu apartamento possui 2 ou 3 quartos? Possui ou não dependência?
4. Se o imóvel for próprio, quanto o sistema de aquecimento solar influenciou na compra do apartamento? – o usuário pontuava o sistema com notas de 0 a 10 (0 para nada e 10 para muito);
5. Qual o nível de satisfação no aquecimento da água? – pontuação de 0 a 10 (0 para nada satisfeitos e 10 para muito satisfeitos);
6. Comentários relacionados ao aquecimento de água e à satisfação do sistema.

Os questionários foram entregues para os moradores juntamente com uma carta de apresentação do trabalho. O material de pesquisa foi deixado nas caixas de correio de cada um dos apartamentos, bem como enviado por meio digital aos moradores. Neste caso, a síndica do edifício encaminhou uma carta contendo o link da pesquisa (do tipo Google Docs) para a lista de e-mail dos condôminos. Esta ferramenta permite que os usuários respondam a pesquisa online e a resposta é direcionada diretamente para o responsável pela pesquisa.

---

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base na metodologia descrita anteriormente, abaixo será feita a apresentação e análise dos dados obtidos.

### 4.1 SISTEMAS DE AQUECIMENTO DOS EDIFÍCIOS

#### 4.1.1 Edifício Plaza Di Mônaco

A edificação apresenta um sistema de aquecimento centralizado de água com reservatórios térmicos na cobertura da edificação onde os aquecedores são a gás com apoio solar, o sistema de aquecimento é coletivo e há distribuição de água quente diretamente para os apartamentos.

O sistema foi projetado para uma economia média de energia de 20,13% com a utilização do aquecimento solar em função do pequeno espaço disponível para colocação dos coletores solares. O projetista do sistema resolveu então, denominá-lo de SISTEMA DE AQUECIMENTO A GÁS COM APOIO SOLAR pois não aproveita todo o potencial solar existente no local.

O ANEXO A mostra o dimensionamento do sistema de aquecimento de água realizado pela empresa INOVA Representações Ltda. O anexo apresenta primeiramente o dimensionamento do volume estimado de água quente consumido diariamente de forma a definir a especificação do reservatório térmico utilizado. O item 4 do ANEXO A apresenta o dimensionamento do sistema de aquecimento solar com o número de coletores solares e a sua área em cada uma das torres e estima o percentual de economia gerado pelo sistema de aquecimento solar.

Anteriormente à apresentação do funcionamento do sistema de aquecimento centralizado de uma das torres da edificação, vale salientar que a edificação é composta por duas torres, nas quais o sistema de aquecimento de água funciona de maneira idêntica. Sendo assim, todos os equipamentos que compõem o sistema aparecerão multiplicados por dois no quantitativo de materiais.

---

O aquecimento começa com a água circulando sempre que as placas coletoras solares estiverem com uma temperatura maior que a água de consumo. O sistema de circulação da água quente entre o reservatório e as placas coletoras solares não acontece por termossifão já que o grande porte do sistema de aquecimento torna a circulação por termossifão inapropriada. Existe um sensor térmico ligado aos coletores solares e ao reservatório térmico o qual aciona uma bomba de recirculação sempre que a temperatura das placas coletoras for superior à temperatura da água armazenada no reservatório.

O aquecimento solar se dá de forma indireta, com a utilização de dois trocadores de calor com a capacidade de 316 litros cada. Da mesma forma que a água quente, a recirculação do fluido de trabalho também é ativada por uma bomba de recirculação.

Existem dois reservatórios térmicos para armazenamento da água aquecida, cada um com capacidade de 4.000 litros. Esses dois reservatórios estão ligados em série, sendo que somente o primeiro deles recebe a água fria do sistema hidráulico. O sistema de aquecimento solar está conectado diretamente ao primeiro reservatório.

No segundo reservatório está instalado o sistema de aquecimento a gás de passagem. O sistema de aquecimento a gás é composto por três aquecedores de passagem com vazão de 35,5l/min, três termostatos e três bombas para recirculação do sistema. Cada um dos aquecedores de passagem funciona independentemente do outro, ou seja, o termostato ligado ao aquecedor de passagem 1 aciona a bomba de recirculação do aquecedor 1 e a água percorre seu caminho sendo aquecida e assim por diante.

Para diminuir o tempo de espera pela água aquecida nos pontos de consumo e o desperdício de água fria, existe um anel circulante na prumada de água quente dos pavimentos conectada ao reservatório térmico. Esse anel circulante permite que a água se mantenha aquecida na prumada. A recirculação acontece através de um sensor térmico que aciona a bomba de recirculação do anel sempre que a temperatura da água neste estiver menor do que a água quente do reservatório. Quando a água aquecida é acionada nos pontos de consumo das unidades habitacionais, ela passa por medidores individuais de água quente.

---



---

O rateio do gás no condomínio acontece da seguinte forma: existem medidores de gás individuais em cada um dos apartamentos para o gás utilizado na cocção. Existem também hidrômetros individuais de água quente e água fria. Do total de gás comprado mensalmente é subtraído o somatório das leituras dos medidores de gás e o excedente é dividido proporcionalmente entre os condôminos de acordo com as leituras de água quente.

Deve-se considerar ainda que este sistema utilizou um registro regulador de vazão para chuveiro  $\frac{1}{2}$ ", de forma que fosse limitada a vazão em 12l/min para evitar desperdícios de água quente e sobrecarregar o sistema de aquecimento.

#### **4.1.2 Edifício Plaza Du Soleil**

O sistema de aquecimento de água nesse edifício é composto por aquecedores de passagem a gás individual em cada unidade habitacional. O edifício foi entregue pela construtora com os aquecedores de passagem instalados da marca Rinnai, modelo REU-1601, com vazão de 23l/min.

Os aquecedores instalados em todos os apartamentos são do mesmo modelo, independente do número de quartos, pois em todos os apartamentos a água aquecida vai para dois banheiros, ou seja, o número de pontos de consumo de água quente é igual em todas as plantas. O modelo de apartamento que possui dependência possui um banheiro a mais, porém esse banheiro não é abastecido pela água aquecida no aquecedor de passagem.

### **4.2 DADOS DE CONSUMO**

#### **4.2.1 Edifício Plaza Di Mônaco**

Com base nos balancetes do condomínio analisados para o período de um ano, elaborou-se a **Tabela 6** a qual é composta por dados de compra mensal de gás. Deve-se levar em consideração que o gás contabilizado na tabela abaixo inclui o gás de cocção.

Para fazer a estimativa de consumo *per capita*, deverá ser estimada a população residente no edifício. Serão estimados dois moradores por suíte e um morador por dormitório simples e dependência conforme indicado no item 3.3. Considerando que todos os apartamentos possuem uma suíte, elaborou-se a **Tabela 7**.

Tabela 6 – Dados de compra de gás no edifício Plaza Di Mônaco

| Mês          |        | Valor total<br>mensal<br>comprado GÁS<br>(R\$) | valor<br>unitário<br>GÁS<br>(R\$/kg) | Peso de gás<br>comprado<br>mensalmente (kg) |
|--------------|--------|--|--------------------------------------|---|
|              | 4 abr  | R\$ 1.498,50                                   | R\$ 2,70                             | 555,00                                      |
|              | 5 mai  | R\$ 2.945,70                                   | R\$ 2,70                             | 1091,00                                     |
|              | 6 jun  | R\$ 4.274,10                                   | R\$ 2,70                             | 1583,00                                     |
|              | 7 jul  | R\$ 9.533,70                                   | R\$ 2,70                             | 3531,00                                     |
|              | 8 ago  | R\$ 7.136,10                                   | R\$ 2,70                             | 2643,00                                     |
|              | 9 set  | R\$ 7.022,70                                   | R\$ 2,70                             | 2601,00                                     |
|              | 10 out | R\$ 9.919,80                                   | R\$ 2,70                             | 3674,00                                     |
|              | 11 nov | R\$ 5.417,93                                   | R\$ 2,70                             | 2006,64                                     |
|              | 12 dez | R\$ 2.076,19                                   | R\$ 2,70                             | 768,96                                      |
| 2013         | 1 jan  | R\$ 0,00                                       | R\$ 2,70                             | 0,00  |
|              | 2 fev  | R\$ 0,00                                       | R\$ 2,70                             | 0,00  |
| TOTAL        |        | R\$ 49.824,72                                  | -                                    | R\$ 18.453,60                               |
| MÉDIA MENSAL |        | R\$ 4.529,52                                   | -                                    | R\$ 1.677,60                                |

Tabela 7 - Estimativa da população do Edifício Plaza Di Mônaco

|  | n. de<br>aptos | pessoas<br>por apto | população |
|--|----------------|---------------------|-----------|
| <b>aptos com 2 dormitórios</b>                 | 83             | 3                   | 249       |
| <b>aptos com 3 dormitórios sem dependência</b> | 46             | 4                   | 184       |
| <b>aptos com 3 dormitórios com dependência</b> | 48             | 5                   | 240       |
| <b>TOTAL</b>                                   | 177            |                     | 673       |

Através dos dados acima, podemos chegar a um consumo médio mensal *per capita* de **2,493kg/pessoa/mês**.

#### 4.2.2 Edifício Plaza Du Soleil

Da mesma forma, com os dados obtidos nos balancetes do Edifício Plaza Du Soleil, foi composta a Tabela 8 abaixo referente ao período de um ano de consumo de gás. Deve-se levar em consideração que o gás contabilizado na tabela abaixo inclui o gás de cocção.

Tabela 8 - Dados de compra de gás no edifício Plaza Du Soleil

|             |       | Valor total<br>mensal<br>comprado (R\$) | valor<br>unitário<br>(R\$/kg) | Peso de gás<br>comprado<br>mensalmente<br>(kg) |
|-------------|-------|---|-------------------------------|--|
| <b>2012</b> | 4 abr | R\$ 4.290,00                            | R\$ 2,50                      | 1716,00  |
|             | 5 mai | R\$ 4.385,83                            | R\$ 2,50                      | 1754,33  |
|             | 6 jun | R\$ 4.450,00                            | R\$ 2,50                      | 1780,00  |
|             | 7 jul | R\$ 11.140,00                           | R\$ 2,50                      | 4456,00  |
|             | 8 ago | R\$ 7.562,50                            | R\$ 2,50                      | 3025,00  |
|             | 9 set | R\$ 7.157,50                            | R\$ 2,50                      | 2863,00  |

|                     |    |     |               |          |               |
|---------------------|----|-----|---------------|----------|---------------|
| 2013                | 10 | out | R\$ 3.375,00  | R\$ 2,50 | 1350,00       |
|                     | 11 | nov | R\$ 6.150,00  | R\$ 2,50 | 2460,00       |
|                     | 12 | dez | R\$ 4.750,00  | R\$ 2,50 | 1900,00       |
|                     | 1  | jan | R\$ 4.261,40  | R\$ 2,60 | 1639,00       |
|                     | 2  | fev | R\$ 4.850,00  | R\$ 2,50 | 1940,00       |
| <b>TOTAL</b>        |    |     | R\$ 62.372,23 | -        | R\$ 24.883,33 |
| <b>MÉDIA MENSAL</b> |    |     | R\$ 5.670,20  | -        | R\$ 2.262,12  |

Com base na descrição do edifício mostrada no item 3.1.2 e utilizando-se os mesmos critérios para a estimativa da população para os dois edifícios, sendo que todos os apartamentos possuem uma suíte, compôs-se a Tabela 9.

Tabela 9 - Estimativa da população do Edifício Plaza Du Soleil

|  | n. de<br>aptos | pessoas<br>por apto | população |
|--|----------------|---------------------|-----------|
| <b>aptos com 2 dormitórios</b>                 | 104            | 3                   | 312       |
| <b>aptos com 3 dormitórios sem dependência</b> | 48             | 4                   | 192       |
| <b>aptos com 3 dormitórios com dependência</b> | 48             | 5                   | 240       |
| <b>TOTAL</b>                                   | 200            |                     | 744       |

Dessa forma, o consumo médio mensal *per capita* totalizou **3,040kg/pessoa/mês.**

---

## 4.3 ORÇAMENTO DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO

### 4.3.1 Edifício Plaza Di Mônaco

O orçamento de implantação do sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar foi concedido pelo projetista para composição deste trabalho e encontra-se apresentado no ANEXO B. O orçamento totaliza um custo de **R\$ 308.412,00** e inclui:

- i) 04 reservatórios térmicos com capacidade de 4.000 litros cada;
- ii) Transportadora que realizou o frete dos reservatórios desde Cachoeirinha/RS até Florianópolis/SC;
- iii) Locação do guindaste para descarregamento e içamento dos reservatórios até o topo da edificação;
- iv) 06 aquecedores de passagem da marca Rinnai, modelo REU-304UBR, vazão de 35,5l/min;
- v) Bombas, termostatos e equipamentos que operam o sistema de aquecimento a gás no reservatório térmico;
- vi) 160 coletores solares da marca SOLARES, modelo CSP-140V, com área de 1,40m<sup>2</sup>, padrão INMETRO “A”;
- vii) Trocadores de calor, sensores térmicos e equipamentos necessários para a operação do sistema de aquecimento solar;
- viii) Termostato e bomba para recirculação da água no anel circulante;
- ix) Serviços para instalação do sistema de aquecimento;
- x) Materiais de instalação incluindo tubulações, conexões e etc.

Além disso, para realizar um comparativo entre o custo de implantação dos dois sistemas de aquecimento, é necessário incluir os medidores de água quente para cada um dos apartamentos, pois, como citado anteriormente, são materiais que não seriam utilizados no sistema com aquecedores a gás de passagem individual nos apartamentos.

Através de consulta com a construtora pode-se obter o orçamento dos hidrômetros para água quente, com vazão de 5m<sup>3</sup>/h e diâmetro

---

nominal de ¾” por R\$172,00 cada unidade. Considerando-se 177 apartamentos, temos um custo de **R\$30.444,00**.

Considerando-se o orçamento inicial acrescido das conexões utilizadas no serviço de instalação do sistema de aquecimento centralizado e os hidrômetros de água quente, o custo do sistema fica em **R\$338.856,00**.

#### 4.3.2 Edifício Plaza Du Soleil

Sabendo-se que o Edifício Plaza Du Soleil possui o aquecedor da marca Rinnai, modelo REU-1601, com vazão de 23 l/min, entrou-se em contato com três empresas localizadas no município de Florianópolis representantes da marca.

A Tabela 10 mostra os resultados obtidos no orçamento dos aquecedores de passagem. Nela, estão orçadas outras opções de marcas e modelos com a mesma vazão de aquecimento para comparação de preços. Deve-se considerar que a vazão dos aquecedores orçados varia em torno de 22 l/min.

Tabela 10 - Orçamento aquecedores Plaza Du Soleil

|           | modelo       | marca      | vazão (l/min) | preço               |
|-----------|--------------|------------|---------------|---------------------|
| empresa 1 | REU 1602 FEH | Rinnai     | 22,5          | R\$ 1.399,20        |
|           | KO 22D       | KOMECO     | 22            | R\$ 1.199,20        |
| empresa 2 | REU 1601 FEH | Rinnai     | 22,5          | R\$ 1.278,40        |
|           | LZ 2500D     | Lorenzetti | 23,5          | R\$ 1.316,80        |
| empresa 3 | REU 1601 FEH | Rinnai     | 22,5          | <b>R\$ 1.199,20</b> |
|           | IN-230 D     | Inova      | 27            | R\$ 1.119,20        |

Considerando-se que o aquecedor utilizado no Edifício Plaza Du Soleil foi o REU 1601 FEH da Rinnai, o orçamento considerado foi o de

---

R\$1.199,20 cada aquecedor. Para a compra total de 200 apartamentos o custo ficaria em **R\$239.840,00**.

Deve-se considerar também, o trecho de tubulação de gás que vai desde o ponto de gás do fogão até o ponto de gás do aquecedor. A Tabela 11 mostra o levantamento desta tubulação de gás que seria despendido a mais na edificação quando comparado com o outro sistema de aquecimento para todos os apartamentos da edificação.

Considerando-se que o relatório do SINAPI/CAIXA para o mês de Maio de 2014, para a cidade de Florianópolis indica um preço de R\$21,62 por metro do tubo de aço preto sem costura, para o diâmetro interno de ½”, tem-se um orçamento de **R\$15.445,33**.

Tabela 11 – Diferença na tubulação de gás no Edifício Plaza Du Soleil

|                    | <b>APTO</b>     | <b>COMP. (m)</b> |
|--------------------|-----------------|------------------|
| <b>tipos (x24)</b> | <b>final 11</b> | 3,5              |
|                    | <b>final 12</b> | 3,65             |
|                    | <b>final 13</b> | 3,5              |
|                    | <b>final 14</b> | 3,65             |
|                    | <b>final 15</b> | 3,5              |
|                    | <b>final 16</b> | 3,65             |
|                    | <b>final 17</b> | 3,5              |
|                    | <b>final 18</b> | 3,65             |
| <b>ático (x2)</b>  | <b>final 21</b> | 3,5              |
|                    | <b>final 23</b> | 3,5              |
|                    | <b>final 25</b> | 3,5              |
|                    | <b>final 27</b> | 3,5              |
|                    | <b>total</b>    | <b>714,4</b>     |

---

Ainda, deve-se incluir no orçamento do sistema de aquecimento o custo da mão-de-obra para instalação do aquecedor de passagem e o kit com os acessórios necessários para instalação do aquecedor a gás de passagem, citados no item 3.4.2. Através do contato com a empresa responsável pela instalação do sistema de aquecimento do Edifício Plaza Di Mônaco, obteve-se um orçamento de:

- R\$140,00 para o kit de acessórios incluindo a tubulação para a entrada de água fria, saída de água quente, tubo metálico para entrada de gás no aparelho, registro de corte de gás e tubulação flexível de 60mm para exaustão de gases queimados;
- R\$90,00 para a mão-de-obra de instalação do aquecedor de passagem a gás.

Com base nesse orçamento, temos um custo de R\$230,00 por apartamento. Isto totaliza **R\$46.000,00** para toda a edificação.

Somando-se todos os orçamentos de implantação no sistema de aquecimento a gás de passagem temos um custo total para os 200 apartamentos de **R\$301.285,33**.

#### 4.4 COMPARATIVO DE CUSTOS ENTRE OS SISTEMAS

Com os dados de consumo apresentados no item 4.2 e os orçamentos dos sistemas no item anterior, a fim fazer um estudo comparativo foi construída a Tabela 12.



Tabela 12 - Resumo dos sistemas de aquecimento do estudo de caso

|                                 | Tipo de aquecim.            | Nº de aptos | Orçamento total | Consumo médio mensal (kg) | Popul. estimada | Consumo médio mensal <i>per capita</i> (kg/pes/mês) |
|---------------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---|
| <b>Edifício Plaza Di Mônaco</b> | gás central com apoio solar | 177         | R\$ 338.856,00  | 1677,60                   | 673             | 2,493   |
| <b>Edifício Plaza Du Soleil</b> | gás de passagem individual  | 200         | R\$ 301.285,33  | 2262,12                   | 744             | 3,040   |

Os dois edifícios em estudo não são idênticos e para ser feita a comparação entre os custos dos dois sistemas de aquecimento é necessário torná-los equivalentes. Como os aquecedores de passagem são iguais em todos os apartamentos do edifício Plaza Du Soleil independente da planta do apartamento, a forma mais simples de tornar os orçamentos equiparáveis é dividir o orçamento do Edifício Plaza Du Soleil pelo número de apartamentos deste edifício e multiplicar pelo número de apartamentos do Edifício Plaza Di Mônaco.

Primeiramente, o rateio do custo total do sistema com aquecedor de passagem seria de R\$1.506,43 por apartamento, já que o Edifício Plaza Du Soleil possui 200 unidades autônomas. Simulando um aquecimento de água com aquecedores a gás de passagem para um edifício igual ao Plaza Di Mônaco, obter-se-ia um orçamento total de R\$266.637,52 para 177 apartamentos.

Considerando-se o consumo médio mensal *per capita* do sistema de aquecimento a gás de passagem de 3,040kg/pessoa/mês e supondo-se que o Edifício Plaza Di Mônaco possuísse esse sistema, o consumo médio mensal deste seria de 2262,12kg de gás considerando a população de 673 pessoas. O sistema de aquecimento a gás centralizado com apoio solar gera uma economia de gás de 18,00% quando comparado com o sistema de aquecimento com aquecedores a gás de passagem individual por apartamento, nestes sistemas estudados.

A Tabela 13 foi elaborada simulando um aquecimento a gás de passagem no Edifício Plaza Di Mônaco com o objetivo de comparar e facilitar a visualização dos dados dos sistemas de aquecimento.

Tabela 13 – Comparativo hipotético de edifícios do mesmo porte

|  | <b>Tipo de aquecim.</b>     | <b>Nº de aptos</b> | <b>Orçamento total</b> | <b>Consumo médio mensal (kg)</b> | <b>Popul. estimada</b> | <b>Consumo médio mensal <i>per capita</i> (kg/pes/mês)</b> |
|--|-----------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|--|
| <b>Edifício Plaza Di Mônaco (real)</b>           | gás central com apoio solar | 177                | R\$ 338.856,00         | 1677,60                          | 673                    | 2,493  |
| <b>Edifício Plaza Di Mônaco (simulado a gás)</b> | gás de passagem individual  | 177                | R\$ 266.637,52         | 2045,92                          | 673                    | 3,040  |

Considerando-se que ambos os edifícios utilizam uma quantia igual de gás para cocção, foi feito um comparativo de custos entre os dois sistemas, sendo que a diferença de consumo de gás entre eles foi considerada decorrente somente do método de aquecimento. Para fazer este comparativo entre os custos de implantação e operação dos dois sistemas de aquecimento, considerou-se o preço do gás de R\$2,50/kg para o mês de março de 2013, pois foi o preço do ultimo mês dos balancetes no Edifício Plaza Du Soleil e o mais barato de compra de gás para simular uma economia financeira menor no sistema de aquecimento solar e verificar o pior caso.

Através de pesquisa de histórico da variação do preço de gás no Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil, analisando-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor para preços monitorados de gás de bujão, conseguiu-se uma média móvel mensal de variação percentual do preço de gás para o período de março de 2004 a maio de 2014. Com os dados de variação percentual média mensal e com o custo do gás para a data de março de 2013 foi possível elaborar o

gráfico de variação de preços do gás para este período. O APÊNDICE A mostra a tabela de dados utilizada para fazer a regressão linear e obter a melhor reta. Com os coeficientes angulares e lineares da melhor reta obtidos dos dados do histórico e com auxílio do Excel, foi possível estimar a variação futura do preço de gás para analisar em quanto tempo o sistema se viabiliza. O Gráfico 7 foi construído para visualização do aumento do preço do gás ao longo do tempo.

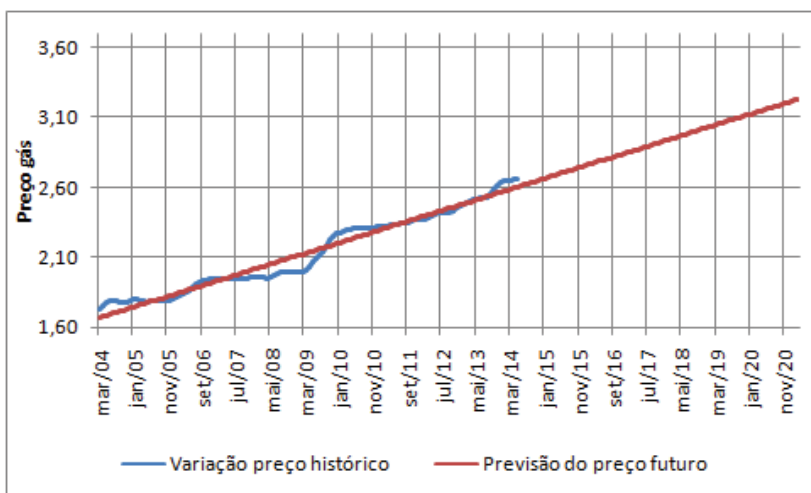


Gráfico 7 - Variação do preço de gás

Desta forma, mantendo-se o consumo mensal em peso de gás constante para previsão futura, com a estimativa de aumento do custo do quilo de gás na mesma variação linear do histórico, foi feita a análise de valor presente líquido para os dois sistemas de aquecimento no Edifício Plaza di Mônaco. A TMA considerada foi de 0,56% ao mês, que é a variação média da poupança atualmente. Analisando-se o APÊNDICE B, podemos verificar que o custo do sistema de aquecimento solar –

---

SITUAÇÃO 1 - é um sistema mais oneroso na implantação do que o sistema de aquecimento a gás de passagem – SITUAÇÃO 2, porém gera uma economia de 18,00% de consumo de energia, fato este que faz com que passado um certo tempo de retorno, o investimento seja viável. O tempo de retorno para o sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar se tornar mais viável que o sistema de aquecimento a gás de passagem é de 85 meses de consumo, ou seja, 7 anos e 1 mês.

#### 4.5 PESQUISA DE SATISFAÇÃO DOS USUÁRIOS DO EDIFÍCIO PLAZA DI MÔNACO

Dos 177 questionários entregues para os moradores de forma impressa, 18 foram respondidos. O questionário online não foi respondido por nenhum apartamento. Pode-se visualizar no APENDICE C a carta contendo o questionário entregue aos moradores da edificação. A Tabela 14 apresentada abaixo mostra as respostas obtidas.

Tabela 14 - Análise de satisfação dos usuários do Edifício Plaza Di Mônaco

| <b>Apt o</b> | <b>Popul.</b> | <b>Tipo do Apto</b> | <b>Influência na compra do imóvel</b> | <b>Nível de satisf. do usuário</b> | <b>Comentários</b>  |
|--------------|---------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---|
| 1            | 4             | 3 quartos SEM dep.  | 3                                     | 10                                 |   |
| 2            | 4             | 3 quartos COM dep.  | 0                                     | 8                                  | Há um desperdício de água quando se usa a torneira ou chuveiro no sistema quente. Leva alguns minutos para que a água chegue quente para o banho ou pia.  |
| 3            | 3             | 3 quartos SEM dep.  | 6                                     | 10                                 | O sistema funciona perfeitamente, mesmo no inverno.   |
| 4            | 1             | 2 quartos           | 3                                     | 8                                  | A água quente demora para chegar na pia, mas é rápida para chegar nos chuveiros. A pressão de água fria empurra a água quente nos misturadores monocomando, o que causou problemas na fatura de água e daí tive que fechar um dos registros para não ter mais problemas. Duas vezes de manhã a água quente não funcionou. |
| 5            | 0             | 3 quartos COM dep.  | 7                                     | 5                                  | Uso pouco, pois ainda não resido no apto, o que dificulta uma melhor avaliação.   |
| 6            | 3             | 3 quartos COM dep.  | 0                                     | 4                                  | Consome muita água até atingir a temperatura ideal de aquecimento, principalmente pela manhã e a noite.   |
| 7            | 3             | 3 quartos COM dep.  | 7                                     | 4                                  | Custo de água quente muito elevado. Certamente maior que se fosse individual (por   |

|    |   |                       |    |    |   |
|----|---|-----------------------|----|----|---|
|    |   |                       |    |    | apto).  |
| 8  | 2 | 2 quartos             |    | 10 |   |
| 9  | 2 | 3 quartos<br>SEM dep. | 8  | 9  | Muito satisfeito.   |
| 10 | 3 | 3 quartos<br>COM dep. | 0  | 10 | O problema parece estar na maneira adotada para cobrar de cada unidade de maneira precisa.  |
| 11 | 5 | 3 quartos<br>COM dep. | 8  | 9  | Deveria ser ampliado para outras necessidades   |
| 12 | 1 | 2 quartos             |    | 10 |   |
| 13 | 2 | 3 quartos<br>SEM dep. | 10 | 7  | A insatisfação refere-se a demora do aquecimento.   |
| 14 | 3 | 3 quartos<br>COM dep. | 10 | 3  | Desperdício de água, pois é preciso muito tempo para aquecer a água. Pelo menos 20 litros de água é perdido até que haja aquecimento da água adequado para o banho. Este sistema não funciona em grandes apartamentos, como é o caso do prédio Plaza Di Monaco. |
| 15 | 3 | 3 quartos<br>COM dep. | 7  | 10 |   |
| 16 | 1 | 2 quartos             | 7  | 7  | A planta original possuía 3 quartos com dependência. O único ponto negativo é o desperdício de água até que chegue a água quente no ponto de uso; no chuveiro, por exemplo.   |
| 17 | 1 | 2 quartos             | 3  | 4  | Não sei muito a respeito do quanto é solar e suporte de gás! Acho que não foi cumprido o que nos foi  |

---

|    |   |                       |   |   |   |
|----|---|-----------------------|---|---|---|
|    |   |                       |   |   | passado nos folders por ocasião de venda!   |
| 18 | 2 | 3 quartos<br>COM dep. | 7 | 8 | Temperatura está sempre OK!<br>Mas há muito desperdício até a água quente chegar...<br>Inventem uma maneira de não desperdiçar! |

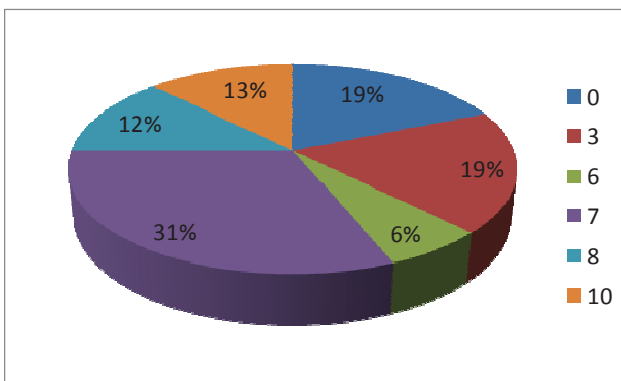
As perguntas das colunas 1 e 2 tinham a intenção de conhecer a população real dos moradores do condomínio, porém como o número de respostas foi de apenas 10,17% do número total de apartamentos, a população real não pôde ser obtida. O número dos apartamentos não foi mostrado para preservar a identidade dos condôminos.

Através dos dados da Tabela 14 pôde-se montar alguns gráficos que facilitam a visualização e análise dos resultados. O Gráfico 8 é uma representação da coluna 4 da tabela, que mostra a influência do sistema de aquecimento solar de água na compra do imóvel. Os números indicados na legenda são as pontuações que os usuários atribuíram à influência – a pontuação tinha uma variação entre 0 se o sistema de aquecimento solar não tivesse nenhuma influência na compra e 10 se tivesse muita influência.

Observa-se que 38% atribuíram uma pontuação menor que 5 e 62% atribuíram uma pontuação maior que 5, ou seja, para a maior parte dos condôminos que responderam o questionário, o sistema de aquecimento de água influenciou na compra do apartamento.

---

Gráfico 8 - Pontuação sobre influência do sistema de aquecimento solar na compra do imóvel

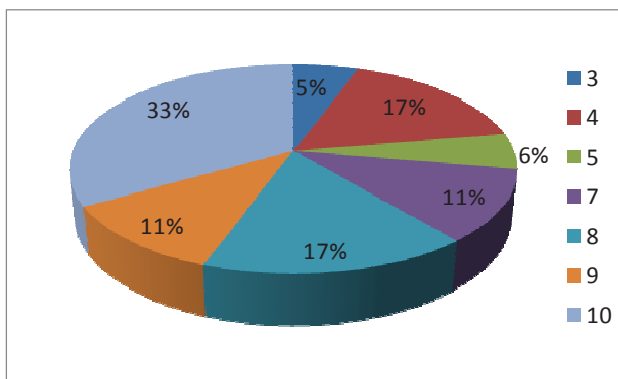


O Gráfico 9 representa o nível de satisfação dos usuários com o sistema de aquecimento de água, respondidos na coluna 5 da Tabela 14. O usuário poderia pontuar o sistema com notas de 0 a 10, sendo 0 a nota atribuída por um usuário nada satisfeito e 10 por um usuário muito satisfeito. Observa-se que 28% dos usuários marcaram um nível de satisfação de 5 pontos ou menos e 72% dos usuários marcaram um nível de satisfação maior ou igual a 6 pontos.



---

Gráfico 9 - Nível de satisfação dos usuários



Nos comentários pertinentes ao sistema de aquecimento de água mostrados na coluna 6, observamos que as maiores reclamações dos usuários estão no que compete ao desperdício de água até que a água aquecida chegue nos pontos de consumo ou problemas com o rateio de água.

O rateio da água quente é feito de acordo com as medições individuais mensais dos apartamentos. Do total de gás comprado mensalmente é subtraído o somatório do gás medido nos medidores individuais que corresponde ao gás utilizado na cocção. O valor excedente do gás é dividido proporcionalmente entre as unidades residenciais, de acordo com as medições de água quente realizadas.

Uma maneira de tornar o rateio mais correto seria a instalação de medidores de gás na entrada dos aquecedores de passagem. Poderia existir um só medidor para os três aquecedores de forma que somente o gás consumido no mês fosse rateado entre os condôminos. Como o rateio já é feito proporcional as leituras de água quente dos apartamentos, com a instalação do medidor de gás na entrada dos aquecedores o gás excedente nos botijões seria rateado no próximo mês.

Com relação aos comentários dos usuários do Edifício Plaza Di Mônaco devido ao desperdício de água fria até a chegada de água quente nos pontos de consumo, uma boa solução seria a adoção do

---

chuveiro elétrico inteligente de forma que o chuveiro com sensor térmico e resistência elétrica aquecesse a água fria contida na tubulação até a chegada da água quente que está nos anéis circulantes. A partir do momento que a água quente chega no ponto de consumo, a resistência elétrica para de funcionar.

---

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho apresentam semelhança satisfatória quando comparados com o projeto realizado para a construção do sistema de aquecimento centralizado solar, ou seja, a economia de energia prevista em projeto de 20,13% está próxima à economia de 18,00% verificada na prática. Deve-se levar em consideração ainda, que esta diferença entre os percentuais estimados e verificados na prática pode ter ocorrido devido a população da edificação ter sido estimada, já que não haviam registros da população real dos condomínios.

Os objetivos do trabalho foram atingidos já que foi feito o comparativo do custo de implantação do sistema de aquecimento a gás de passagem individual e do sistema de aquecimento centralizado com reservatório térmico a gás e apoio solar em edifícios residenciais multifamiliares.

Foram também comparados os custos mensais do consumo de recursos entre os dois sistemas através da análise de onze balancetes e desta forma verificou-se a real economia do sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar. Com base nos dados coletados, foi possível concluir que o tempo de retorno do investimento é de 7 anos e 1 mês.

Quanto à verificação do nível de satisfação do usuário com relação ao uso do sistema de aquecimento centralizado a gás com apoio solar, foram entregues 177 questionários nas caixas de correio de cada apartamento da edificação, mas não foi obtido um número de respostas muito significativo, fato que interfere na análise dos resultados de forma adequada. O questionário entregue aos moradores teve como resultado alguns comentários a respeito do gasto excessivo de água fria até que a água quente chegasse efetivamente aos pontos de consumo. Foi apontada uma solução para o problema de desperdício de água que seria a instalação de chuveiros elétricos inteligentes que acarretariam na economia da água que vem sendo desperdiçada.

Foi apontado pelos moradores, ainda, que o rateio de água quente não estaria sendo feito de forma correta. O rateio é feito proporcional ao consumo de água quente através de leitura nos medidores individuais de

---

---

água quente. Porém, uma sugestão para melhoria do rateio seria a instalação de medidores de gás na entrada nos aquecedores de passagem localizados no reservatório térmico centralizado. Desta forma, além da divisão de custos ser feita proporcional ao consumo de cada morador, só seria rateado o gás consumido de fato no mês de leitura e o gás excedente nos botijões seria rateado no próximo mês. Contudo, a maioria das pessoas que responderam o questionário está satisfeita com o sistema de aquecimento.

Conclui-se então que o sistema é viável, eficiente e gera uma economia de consumo de gás, utilizando a energia solar disponível e abundante no país. Deve-se levar em consideração que o estudo foi feito a partir de dois sistemas em operação existentes e que existem inúmeros métodos de sistemas de aquecimento de água que merecem ser estudados e analisados ao implantar um sistema de aquecimento em uma edificação.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAVA. **Manual de Capacitação em Projetos de Sistemas de Aquecimento Solar**. Abril de 2008. 137p.

ANEEL. (2005). Atlas de Energia Elétrica do Brasil (2ª edição ed.). Brasília.

ARAUTERM. (s.d.). Geradora de Água Quente Horizontal Pressurizada.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. (s.d.). SGS - Sistema Gerenciador de Séries Temporais. Acesso em 09 de Junho de 2014, disponível em <<https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/telaCvsSelecionarSeries.paint>>

BOSCH. (s.d.). Manual de Aquecedores de água a gás - GWH 160B GLP/GN ASOND. Instruções de instalação e manuseio . Campinas, São Paulo.

COMGÁS & ABRINSTAL. **Sistemas de Aquecimento de Água para Edifícios através da associação Energia Solar e Gás Natural**. Manual Técnico para Projeto e Construção de Sistemas de Aquecimento Solar & Gás Natural. Março de 2011. 61p.

DASOL. (s.d.). Dados de Mercado. Acesso em 20 de Abril de 2014, disponível em site do DASOL: <<http://www.dasolabra.org.br/informacoes/dados-de-mercado/>>

ELETROBRÁS, PROCEL. (2007). Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso - Ano Base 2005. Classe residencial.

---

Florianópolis, C. M. (28 de Agosto de 2000). LEI COMPLEMENTAR N 060/2000. Código de obras e edificações de Florianópolis .

IBGE. Censo Demográfico 2010. Florianópolis/SC.

IBGE, & CAIXA. (2014). Preços de Insumos. Índices da Construção Civil - SINAPI . Florianópolis.

KULB, José R.; PEREIRA, Luciano T.; MESQUITA, Lúcio. **Projetando Sistemas de Aquecimento Solar para Habitações Multifamiliares**. 1. ed. São Paulo, SP: 2013.

LAMBERTS, R., GHISI, E., ABREU, A. L., CARLO, J., BATISTA, J. O., MARINOSKI, D. L., et al. (Maio de 2011). Desempenho Térmico de Edificações. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

NBR 14724/11. (17 de Abril de 2011). Informação e documentação - Trabalhos Acadêmicos - Apresentação .

NBR 5626/98. (30 de outubro de 1998). Instalação predial de água fria .

PEREIRA, E. B., MARTINS, F. R., ABREU, S. L., & RÜTHER, R. (2006). Atlas Brasileiro de Energia Solar (1ª edição ed.). São José dos Campos: INPE.

Rinnai Aquecedores a Gás. (s.d.). Rinnai. Acesso em 15 de Junho de 2014, disponível em Dimensione conforme sua necessidade: <<http://www.rinnai.com.br/quero-um-aquecedor/ainda-tenho-duvida.htm>>

---

Rinnai Brasil Tecnologia de Aquecimento Ltda. (s.d.). Rinnai Brasil. Acesso em 17 de Dezembro de 2013, disponível em <<http://www.rinnai.com.br/o+que+aquecedor.html>>

Rinnai Ltda. (s.d.). Manual do Usuário. Aquecedor de Água Instantâneo a Gás - REU-1601FEH e REU-1301-FEH .

SALAMONI, I. T. (2008). O paradigma do alto custo da energia fotovoltaica no Brasil e a paridade tarifária . Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

Site da Astrosol Aquecedores. (s.d.). Acesso em 17 de Dezembro de 2013, disponível em <<http://www.astrosol.com.br/>>

Site da empresa Cumulus. (s.d.). Acesso em 16 de Dezembro de 2013, disponível em <<http://www.cumulus.com.br>>

---

## APÊNDICE A – Tabela de variação do preço de gás para o período de março de 2004 a maio de 2014

A tabela abaixo foi construída para analisar a variação do preço de gás no período de março de 2004 a maio de 2014. O preço base foi de R\$2,50/kg no mês de março de 2013 e, a partir da variação percentual mensal de preço obtida através do Sistema Gerenciador de Séries Temporais do Banco Central do Brasil, no Índice Nacional de Preços ao Consumidor para preços monitorados de gás de bujão extrapolaram-se esses dados para obter o preço do gás em cada um desses meses. A regressão linear é o ponto em y correspondente a melhor reta e foi feita para estimar a variação futura do preço do gás.

Tabela A – Variação do preço de gás entre mar/04 e mai/14

|    |        | Variação %<br>mensal<br>PREÇO | Preço/kg | REGRESSÃO<br>LINEAR |
|----|--------|-------------------------------|----------|---------------------|
| 1  | mar/04 | 1,24                          | 1,7307   | 1,6690              |
| 2  | abr/04 | 1,45                          | 1,7558   | 1,6766              |
| 3  | mai/04 | 1,27                          | 1,7781   | 1,6843              |
| 4  | jun/04 | 0,75                          | 1,7914   | 1,6919              |
| 5  | jul/04 | 0,1                           | 1,7932   | 1,6996              |
| 6  | ago/04 | -0,21                         | 1,7895   | 1,7073              |
| 7  | set/04 | -0,45                         | 1,7814   | 1,7149              |
| 8  | out/04 | -0,48                         | 1,7729   | 1,7226              |
| 9  | nov/04 | 0,32                          | 1,7785   | 1,7302              |
| 10 | dez/04 | 0,79                          | 1,7926   | 1,7379              |
| 11 | jan/05 | 0,56                          | 1,8026   | 1,7455              |
| 12 | fev/05 | -0,27                         | 1,7977   | 1,7532              |
| 13 | mar/05 | -0,48                         | 1,7891   | 1,7609              |
| 14 | abr/05 | -0,29                         | 1,7839   | 1,7685              |



---

|    |        |       |        |        |
|----|--------|-------|--------|--------|
| 15 | mai/05 | -0,09 | 1,7823 | 1,7762 |
| 16 | jun/05 | 0,19  | 1,7857 | 1,7838 |
| 17 | jul/05 | 0     | 1,7857 | 1,7915 |
| 18 | ago/05 | 0,01  | 1,7859 | 1,7991 |
| 19 | set/05 | -0,11 | 1,7839 | 1,8068 |
| 20 | out/05 | 0,09  | 1,7855 | 1,8145 |
| 21 | nov/05 | 0,46  | 1,7937 | 1,8221 |
| 22 | dez/05 | 0,49  | 1,8025 | 1,8298 |
| 23 | jan/06 | 0,58  | 1,8130 | 1,8374 |
| 24 | fev/06 | 0,47  | 1,8215 | 1,8451 |
| 25 | mar/06 | 0,69  | 1,8341 | 1,8527 |
| 26 | abr/06 | 0,73  | 1,8475 | 1,8604 |
| 27 | mai/06 | 1,05  | 1,8669 | 1,8681 |
| 28 | jun/06 | 1,16  | 1,8885 | 1,8757 |
| 29 | jul/06 | 1,08  | 1,9089 | 1,8834 |
| 30 | ago/06 | 0,76  | 1,9234 | 1,8910 |
| 31 | set/06 | 0,44  | 1,9319 | 1,8987 |
| 32 | out/06 | 0,29  | 1,9375 | 1,9063 |
| 33 | nov/06 | 0,23  | 1,9419 | 1,9140 |
| 34 | dez/06 | 0,13  | 1,9445 | 1,9217 |
| 35 | jan/07 | 0,13  | 1,9470 | 1,9293 |
| 36 | fev/07 | 0,07  | 1,9484 | 1,9370 |
| 37 | mar/07 | -0,12 | 1,9460 | 1,9446 |
| 38 | abr/07 | -0,03 | 1,9454 | 1,9523 |
| 39 | mai/07 | -0,09 | 1,9437 | 1,9600 |
| 40 | jun/07 | 0,03  | 1,9443 | 1,9676 |
| 41 | jul/07 | -0,11 | 1,9421 | 1,9753 |
| 42 | ago/07 | -0,01 | 1,9419 | 1,9829 |

---

---

|    |        |       |        |        |
|----|--------|-------|--------|--------|
| 43 | set/07 | 0,18  | 1,9454 | 1,9906 |
| 44 | out/07 | 0,27  | 1,9507 | 1,9982 |
| 45 | nov/07 | 0,23  | 1,9552 | 2,0059 |
| 46 | dez/07 | -0,06 | 1,9540 | 2,0136 |
| 47 | jan/08 | 0,01  | 1,9542 | 2,0212 |
| 48 | fev/08 | 0,01  | 1,9544 | 2,0289 |
| 49 | mar/08 | 0     | 1,9544 | 2,0365 |
| 50 | abr/08 | -0,15 | 1,9515 | 2,0442 |
| 51 | mai/08 | 0,39  | 1,9591 | 2,0518 |
| 52 | jun/08 | 0,63  | 1,9714 | 2,0595 |
| 53 | jul/08 | 0,74  | 1,9860 | 2,0672 |
| 54 | ago/08 | 0,22  | 1,9904 | 2,0748 |
| 55 | set/08 | 0,08  | 1,9920 | 2,0825 |
| 56 | out/08 | 0,1   | 1,9940 | 2,0901 |
| 57 | nov/08 | 0,18  | 1,9975 | 2,0978 |
| 58 | dez/08 | 0,08  | 1,9991 | 2,1054 |
| 59 | jan/09 | 0,06  | 2,0003 | 2,1131 |
| 60 | fev/09 | -0,15 | 1,9973 | 2,1208 |
| 61 | mar/09 | 0,48  | 2,0069 | 2,1284 |
| 62 | abr/09 | 1,24  | 2,0318 | 2,1361 |
| 63 | mai/09 | 1,59  | 2,0641 | 2,1437 |
| 64 | jun/09 | 1,44  | 2,0938 | 2,1514 |
| 65 | jul/09 | 0,97  | 2,1142 | 2,1590 |
| 66 | ago/09 | 1,14  | 2,1383 | 2,1667 |
| 67 | set/09 | 1,85  | 2,1778 | 2,1744 |
| 68 | out/09 | 1,91  | 2,2194 | 2,1820 |
| 69 | nov/09 | 1,59  | 2,2547 | 2,1897 |
| 70 | dez/09 | 0,56  | 2,2673 | 2,1973 |

---

---

|    |        |       |        |        |
|----|--------|-------|--------|--------|
| 71 | jan/10 | 0,39  | 2,2762 | 2,2050 |
| 72 | fev/10 | 0,39  | 2,2850 | 2,2127 |
| 73 | mar/10 | 0,38  | 2,2937 | 2,2203 |
| 74 | abr/10 | 0,29  | 2,3004 | 2,2280 |
| 75 | mai/10 | 0,14  | 2,3036 | 2,2356 |
| 76 | jun/10 | 0,12  | 2,3064 | 2,2433 |
| 77 | jul/10 | -0,02 | 2,3059 | 2,2509 |
| 78 | ago/10 | 0,01  | 2,3061 | 2,2586 |
| 79 | set/10 | 0     | 2,3061 | 2,2663 |
| 80 | out/10 | 0,09  | 2,3082 | 2,2739 |
| 81 | nov/10 | 0,18  | 2,3124 | 2,2816 |
| 82 | dez/10 | 0,19  | 2,3168 | 2,2892 |
| 83 | jan/11 | 0,16  | 2,3205 | 2,2969 |
| 84 | fev/11 | 0,13  | 2,3235 | 2,3045 |
| 85 | mar/11 | 0,15  | 2,3270 | 2,3122 |
| 86 | abr/11 | 0,13  | 2,3300 | 2,3199 |
| 87 | mai/11 | 0,19  | 2,3344 | 2,3275 |
| 88 | jun/11 | 0,19  | 2,3389 | 2,3352 |
| 89 | jul/11 | 0,13  | 2,3419 | 2,3428 |
| 90 | ago/11 | 0,02  | 2,3424 | 2,3505 |
| 91 | set/11 | 0,39  | 2,3515 | 2,3581 |
| 92 | out/11 | 0,45  | 2,3621 | 2,3658 |
| 93 | nov/11 | 0,38  | 2,3711 | 2,3735 |
| 94 | dez/11 | -0,07 | 2,3694 | 2,3811 |
| 95 | jan/12 | -0,08 | 2,3675 | 2,3888 |
| 96 | fev/12 | 0,26  | 2,3737 | 2,3964 |
| 97 | mar/12 | 0,39  | 2,3829 | 2,4041 |
| 98 | abr/12 | 0,59  | 2,3970 | 2,4117 |

---

---

|     |        |      |        |        |
|-----|--------|------|--------|--------|
| 99  | mai/12 | 0,4  | 2,4066 | 2,4194 |
| 100 | jun/12 | 0,28 | 2,4133 | 2,4271 |
| 101 | jul/12 | 0,11 | 2,4160 | 2,4347 |
| 102 | ago/12 | -0,1 | 2,4135 | 2,4424 |
| 103 | set/12 | 0,3  | 2,4208 | 2,4500 |
| 104 | out/12 | 0,43 | 2,4312 | 2,4577 |
| 105 | nov/12 | 0,92 | 2,4536 | 2,4654 |
| 106 | dez/12 | 0,61 | 2,4685 | 2,4730 |
| 107 | jan/13 | 0,5  | 2,4809 | 2,4807 |
| 108 | fev/13 | 0,4  | 2,4908 | 2,4883 |
| 109 | mar/13 | 0,37 | 2,5000 | 2,4960 |
| 110 | abr/13 | 0,45 | 2,5113 | 2,5036 |
| 111 | mai/13 | 0,27 | 2,5180 | 2,5113 |
| 112 | jun/13 | 0,26 | 2,5246 | 2,5190 |
| 113 | jul/13 | 0,1  | 2,5271 | 2,5266 |
| 114 | ago/13 | 0,16 | 2,5311 | 2,5343 |
| 115 | set/13 | 0,74 | 2,5499 | 2,5419 |
| 116 | out/13 | 1,28 | 2,5825 | 2,5496 |
| 117 | nov/13 | 1,31 | 2,6163 | 2,5572 |
| 118 | dez/13 | 0,75 | 2,6360 | 2,5649 |
| 119 | jan/14 | 0,27 | 2,6431 | 2,5726 |
| 120 | fev/14 | 0,2  | 2,6484 | 2,5802 |
| 121 | mar/14 | 0,1  | 2,6510 | 2,5879 |
| 122 | abr/14 | 0,13 | 2,6545 | 2,5955 |
| 123 | mai/14 | 0,13 | 2,6579 | 2,6032 |

---

| SITUAÇÃO 1 |        |                |  |                               |              |                | SITUAÇÃO 2  |                               |              |                |                        |
|------------|--------|----------------|--|-------------------------------|--------------|----------------|---|-------------------------------|--------------|----------------|------------------------|
| mês        |        | var. preço gás | Plaza Di Mônaco (aquecimento solar) - real |                               |              |                | Plaza Di Mônaco (aquecimento a gás de passagem) - simulação |                               |              |                | DIFERENÇA ENTRE OS VPL |
|            |        |                | kg de gás - consumo mensal                 | custo implantação/ gás mensal | VPL mensal   | VPL TOTAL      | kg de gás - consumo mensal                                  | custo implantação/ gás mensal | VPL mensal   | VPL TOTAL      |                        |
|            | jun/14 | R\$ 2,61       | -  | R\$ 338.856,00                | -            | R\$ 338.856,00 | -   | R\$ 266.637,52                | -            | R\$ 266.637,52 | R\$ 72.218,48          |
| 1          | jul/14 | R\$ 2,62       | 1677,60                                    | R\$ 4.392,80                  | R\$ 4.368,34 | R\$ 343.224,34 | 2045,92   | R\$ 5.357,25                  | R\$ 5.327,41 | R\$ 271.964,93 | R\$ 71.259,40          |
| 2          | ago/14 | R\$ 2,63       | 1677,60                                    | R\$ 4.405,65                  | R\$ 4.356,71 | R\$ 347.581,05 | 2045,92   | R\$ 5.372,91                  | R\$ 5.313,24 | R\$ 277.278,17 | R\$ 70.302,88          |
| 3          | set/14 | R\$ 2,63       | 1677,60                                    | R\$ 4.418,49                  | R\$ 4.345,08 | R\$ 351.926,14 | 2045,92   | R\$ 5.388,58                  | R\$ 5.299,06 | R\$ 282.577,23 | R\$ 69.348,91          |
| 4          | out/14 | R\$ 2,64       | 1677,60                                    | R\$ 4.431,34                  | R\$ 4.333,45 | R\$ 356.259,59 | 2045,92   | R\$ 5.404,25                  | R\$ 5.284,87 | R\$ 287.862,09 | R\$ 68.397,49          |
| 5          | nov/14 | R\$ 2,65       | 1677,60                                    | R\$ 4.444,18                  | R\$ 4.321,81 | R\$ 360.581,40 | 2045,92   | R\$ 5.419,91                  | R\$ 5.270,67 | R\$ 293.132,76 | R\$ 67.448,63          |
| 6          | dez/14 | R\$ 2,66       | 1677,60                                    | R\$ 4.457,03                  | R\$ 4.310,17 | R\$ 364.891,56 | 2045,92   | R\$ 5.435,58                  | R\$ 5.256,47 | R\$ 298.389,24 | R\$ 66.502,33          |
| 7          | jan/15 | R\$ 2,66       | 1677,60                                    | R\$ 4.469,88                  | R\$ 4.298,52 | R\$ 369.190,08 | 2045,92   | R\$ 5.451,25                  | R\$ 5.242,26 | R\$ 303.631,50 | R\$ 65.558,58          |
| 8          | fev/15 | R\$ 2,67       | 1677,60                                    | R\$ 4.482,72                  | R\$ 4.286,87 | R\$ 373.476,95 | 2045,92   | R\$ 5.466,91                  | R\$ 5.228,05 | R\$ 308.859,55 | R\$ 64.617,39          |
| 9          | mar/15 | R\$ 2,68       | 1677,60                                    | R\$ 4.495,57                  | R\$ 4.275,21 | R\$ 377.752,15 | 2045,92   | R\$ 5.482,58                  | R\$ 5.213,84 | R\$ 314.073,39 | R\$ 63.678,76          |
| 10         | abr/15 | R\$ 2,69       | 1677,60                                    | R\$ 4.508,42                  | R\$ 4.263,55 | R\$ 382.015,70 | 2045,92   | R\$ 5.498,25                  | R\$ 5.199,62 | R\$ 319.273,01 | R\$ 62.742,69          |
| 11         | mai/15 | R\$ 2,70       | 1677,60                                    | R\$ 4.521,26                  | R\$ 4.251,89 | R\$ 386.267,59 | 2045,92   | R\$ 5.513,91                  | R\$ 5.185,40 | R\$ 324.458,41 | R\$ 61.809,18          |
| 12         | jun/15 | R\$ 2,70       | 1677,60                                    | R\$ 4.534,11                  | R\$ 4.240,22 | R\$ 390.507,82 | 2045,92   | R\$ 5.529,58                  | R\$ 5.171,17 | R\$ 329.629,58 | R\$ 60.878,23          |
| 13         | jul/15 | R\$ 2,71       | 1677,60                                    | R\$ 4.546,96                  | R\$ 4.228,56 | R\$ 394.736,37 | 2045,92   | R\$ 5.545,25                  | R\$ 5.156,94 | R\$ 334.786,53 | R\$ 59.949,85          |
| 14         | ago/15 | R\$ 2,72       | 1677,60                                    | R\$ 4.559,80                  | R\$ 4.216,89 | R\$ 398.953,26 | 2045,92   | R\$ 5.560,91                  | R\$ 5.142,71 | R\$ 339.929,24 | R\$ 59.024,02          |
| 15         | set/15 | R\$ 2,73       | 1677,60                                    | R\$ 4.572,65                  | R\$ 4.205,22 | R\$ 403.158,48 | 2045,92   | R\$ 5.576,58                  | R\$ 5.128,48 | R\$ 345.057,73 | R\$ 58.100,76          |
| 16         | out/15 | R\$ 2,73       | 1677,60                                    | R\$ 4.585,49                  | R\$ 4.193,55 | R\$ 407.352,03 | 2045,92   | R\$ 5.592,25                  | R\$ 5.114,25 | R\$ 350.171,98 | R\$ 57.180,06          |
| 17         | nov/15 | R\$ 2,74       | 1677,60                                    | R\$ 4.598,34                  | R\$ 4.181,88 | R\$ 411.533,91 | 2045,92   | R\$ 5.607,91                  | R\$ 5.100,02 | R\$ 355.272,00 | R\$ 56.261,92          |
| 18         | dez/15 | R\$ 2,75       | 1677,60                                    | R\$ 4.611,19                  | R\$ 4.170,21 | R\$ 415.704,12 | 2045,92   | R\$ 5.623,58                  | R\$ 5.085,79 | R\$ 360.357,78 | R\$ 55.346,34          |
| 19         | jan/16 | R\$ 2,76       | 1677,60                                    | R\$ 4.624,03                  | R\$ 4.158,54 | R\$ 419.862,66 | 2045,92   | R\$ 5.639,25                  | R\$ 5.071,55 | R\$ 365.429,34 | R\$ 54.433,33          |
| 20         | fev/16 | R\$ 2,76       | 1677,60                                    | R\$ 4.636,88                  | R\$ 4.146,87 | R\$ 424.009,54 | 2045,92   | R\$ 5.654,91                  | R\$ 5.057,32 | R\$ 370.486,66 | R\$ 53.522,87          |
| 21         | mar/16 | R\$ 2,77       | 1677,60                                    | R\$ 4.649,73                  | R\$ 4.135,20 | R\$ 428.144,74 | 2045,92   | R\$ 5.670,58                  | R\$ 5.043,09 | R\$ 375.529,76 | R\$ 52.614,98          |
| 22         | abr/16 | R\$ 2,78       | 1677,60                                    | R\$ 4.662,57                  | R\$ 4.123,54 | R\$ 432.268,27 | 2045,92   | R\$ 5.686,25                  | R\$ 5.028,86 | R\$ 380.558,62 | R\$ 51.709,65          |
| 23         | mai/16 | R\$ 2,79       | 1677,60                                    | R\$ 4.675,42                  | R\$ 4.111,87 | R\$ 436.380,14 | 2045,92   | R\$ 5.701,91                  | R\$ 5.014,64 | R\$ 385.573,26 | R\$ 50.806,88          |
| 24         | jun/16 | R\$ 2,79       | 1677,60                                    | R\$ 4.688,26                  | R\$ 4.100,21 | R\$ 440.480,35 | 2045,92   | R\$ 5.717,58                  | R\$ 5.000,41 | R\$ 390.573,67 | R\$ 49.906,68          |
| 25         | jul/16 | R\$ 2,80       | 1677,60                                    | R\$ 4.701,11                  | R\$ 4.088,55 | R\$ 444.568,90 | 2045,92   | R\$ 5.733,25                  | R\$ 4.986,19 | R\$ 395.559,87 | R\$ 49.009,03          |
| 26         | ago/16 | R\$ 2,81       | 1677,60                                    | R\$ 4.713,96                  | R\$ 4.076,89 | R\$ 448.645,78 | 2045,92   | R\$ 5.748,91                  | R\$ 4.971,98 | R\$ 400.531,84 | R\$ 48.113,94          |
| 27         | set/16 | R\$ 2,82       | 1677,60                                    | R\$ 4.726,80                  | R\$ 4.065,23 | R\$ 452.711,02 | 2045,92   | R\$ 5.764,58                  | R\$ 4.957,76 | R\$ 405.489,60 | R\$ 47.221,41          |
| 28         | out/16 | R\$ 2,83       | 1677,60                                    | R\$ 4.739,65                  | R\$ 4.053,58 | R\$ 456.764,60 | 2045,92   | R\$ 5.780,25                  | R\$ 4.943,55 | R\$ 410.433,15 | R\$ 46.331,44          |
| 29         | nov/16 | R\$ 2,83       | 1677,60                                    | R\$ 4.752,50                  | R\$ 4.041,93 | R\$ 460.806,53 | 2045,92   | R\$ 5.795,91                  | R\$ 4.929,35 | R\$ 415.362,50 | R\$ 45.444,03          |
| 30         | dez/16 | R\$ 2,84       | 1677,60                                    | R\$ 4.765,34                  | R\$ 4.030,29 | R\$ 464.836,82 | 2045,92   | R\$ 5.811,58                  | R\$ 4.915,15 | R\$ 420.277,65 | R\$ 44.559,17          |
| 31         | jan/17 | R\$ 2,85       | 1677,60                                    | R\$ 4.778,19                  | R\$ 4.018,65 | R\$ 468.855,47 | 2045,92   | R\$ 5.827,25                  | R\$ 4.900,95 | R\$ 425.178,60 | R\$ 43.676,87          |

|    |        |          |         |              |              |                |         |              |              |                |               |
|----|--------|----------|---------|--------------|--------------|----------------|---------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| 32 | fev/17 | R\$ 2,86 | 1677,60 | R\$ 4.791,04 | R\$ 4.007,01 | R\$ 472.862,48 | 2045,92 | R\$ 5.842,92 | R\$ 4.886,76 | R\$ 430.065,36 | R\$ 42.797,12 |
| 33 | mar/17 | R\$ 2,86 | 1677,60 | R\$ 4.803,88 | R\$ 3.995,38 | R\$ 476.857,87 | 2045,92 | R\$ 5.858,58 | R\$ 4.872,58 | R\$ 434.937,94 | R\$ 41.919,93 |
| 34 | abr/17 | R\$ 2,87 | 1677,60 | R\$ 4.816,73 | R\$ 3.983,76 | R\$ 480.841,63 | 2045,92 | R\$ 5.874,25 | R\$ 4.858,40 | R\$ 439.796,34 | R\$ 41.045,29 |
| 35 | mai/17 | R\$ 2,88 | 1677,60 | R\$ 4.829,57 | R\$ 3.972,14 | R\$ 484.813,77 | 2045,92 | R\$ 5.889,92 | R\$ 4.844,23 | R\$ 444.640,57 | R\$ 40.173,20 |
| 36 | jun/17 | R\$ 2,89 | 1677,60 | R\$ 4.842,42 | R\$ 3.960,53 | R\$ 488.774,29 | 2045,92 | R\$ 5.905,58 | R\$ 4.830,07 | R\$ 449.470,63 | R\$ 39.303,66 |
| 37 | jul/17 | R\$ 2,89 | 1677,60 | R\$ 4.855,27 | R\$ 3.948,92 | R\$ 492.723,21 | 2045,92 | R\$ 5.921,25 | R\$ 4.815,91 | R\$ 454.286,55 | R\$ 38.436,67 |
| 38 | ago/17 | R\$ 2,90 | 1677,60 | R\$ 4.868,11 | R\$ 3.937,32 | R\$ 496.660,53 | 2045,92 | R\$ 5.936,92 | R\$ 4.801,76 | R\$ 459.088,31 | R\$ 37.572,22 |
| 39 | set/17 | R\$ 2,91 | 1677,60 | R\$ 4.880,96 | R\$ 3.925,72 | R\$ 500.586,26 | 2045,92 | R\$ 5.952,58 | R\$ 4.787,62 | R\$ 463.875,94 | R\$ 36.710,32 |
| 40 | out/17 | R\$ 2,92 | 1677,60 | R\$ 4.893,81 | R\$ 3.914,14 | R\$ 504.500,39 | 2045,92 | R\$ 5.968,25 | R\$ 4.773,49 | R\$ 468.649,43 | R\$ 35.850,96 |
| 41 | nov/17 | R\$ 2,92 | 1677,60 | R\$ 4.906,65 | R\$ 3.902,56 | R\$ 508.402,95 | 2045,92 | R\$ 5.983,92 | R\$ 4.759,37 | R\$ 473.408,80 | R\$ 34.994,15 |
| 42 | dez/17 | R\$ 2,93 | 1677,60 | R\$ 4.919,50 | R\$ 3.890,99 | R\$ 512.293,94 | 2045,92 | R\$ 5.999,58 | R\$ 4.745,26 | R\$ 478.154,06 | R\$ 34.139,88 |
| 43 | jan/18 | R\$ 2,94 | 1677,60 | R\$ 4.932,34 | R\$ 3.879,42 | R\$ 516.173,36 | 2045,92 | R\$ 6.015,25 | R\$ 4.731,16 | R\$ 482.885,22 | R\$ 33.288,14 |
| 44 | fev/18 | R\$ 2,95 | 1677,60 | R\$ 4.945,19 | R\$ 3.867,87 | R\$ 520.041,23 | 2045,92 | R\$ 6.030,92 | R\$ 4.717,06 | R\$ 487.602,28 | R\$ 32.438,95 |
| 45 | mar/18 | R\$ 2,96 | 1677,60 | R\$ 4.958,04 | R\$ 3.856,32 | R\$ 523.897,55 | 2045,92 | R\$ 6.046,58 | R\$ 4.702,98 | R\$ 492.305,26 | R\$ 31.592,29 |
| 46 | abr/18 | R\$ 2,96 | 1677,60 | R\$ 4.970,88 | R\$ 3.844,78 | R\$ 527.742,32 | 2045,92 | R\$ 6.062,25 | R\$ 4.688,91 | R\$ 496.994,17 | R\$ 30.748,16 |
| 47 | mai/18 | R\$ 2,97 | 1677,60 | R\$ 4.983,73 | R\$ 3.833,25 | R\$ 531.575,57 | 2045,92 | R\$ 6.077,92 | R\$ 4.674,85 | R\$ 501.669,01 | R\$ 29.906,56 |
| 48 | jun/18 | R\$ 2,98 | 1677,60 | R\$ 4.996,58 | R\$ 3.821,73 | R\$ 535.397,30 | 2045,92 | R\$ 6.093,58 | R\$ 4.660,80 | R\$ 506.329,81 | R\$ 29.067,50 |
| 49 | jul/18 | R\$ 2,99 | 1677,60 | R\$ 5.009,42 | R\$ 3.810,22 | R\$ 539.207,52 | 2045,92 | R\$ 6.109,25 | R\$ 4.646,76 | R\$ 510.976,56 | R\$ 28.230,96 |
| 50 | ago/18 | R\$ 2,99 | 1677,60 | R\$ 5.022,27 | R\$ 3.798,72 | R\$ 543.006,23 | 2045,92 | R\$ 6.124,92 | R\$ 4.632,73 | R\$ 515.609,29 | R\$ 27.396,94 |
| 51 | set/18 | R\$ 3,00 | 1677,60 | R\$ 5.035,12 | R\$ 3.787,22 | R\$ 546.793,46 | 2045,92 | R\$ 6.140,58 | R\$ 4.618,71 | R\$ 520.228,01 | R\$ 26.565,45 |
| 52 | out/18 | R\$ 3,01 | 1677,60 | R\$ 5.047,96 | R\$ 3.775,74 | R\$ 550.569,20 | 2045,92 | R\$ 6.156,25 | R\$ 4.604,71 | R\$ 524.832,72 | R\$ 25.736,48 |
| 53 | nov/18 | R\$ 3,02 | 1677,60 | R\$ 5.060,81 | R\$ 3.764,27 | R\$ 554.333,47 | 2045,92 | R\$ 6.171,92 | R\$ 4.590,72 | R\$ 529.423,44 | R\$ 24.910,03 |
| 54 | dez/18 | R\$ 3,02 | 1677,60 | R\$ 5.073,65 | R\$ 3.752,81 | R\$ 558.086,28 | 2045,92 | R\$ 6.187,58 | R\$ 4.576,75 | R\$ 534.000,19 | R\$ 24.086,09 |
| 55 | jan/19 | R\$ 3,03 | 1677,60 | R\$ 5.086,50 | R\$ 3.741,36 | R\$ 561.827,64 | 2045,92 | R\$ 6.203,25 | R\$ 4.562,78 | R\$ 538.562,97 | R\$ 23.264,67 |
| 56 | fev/19 | R\$ 3,04 | 1677,60 | R\$ 5.099,35 | R\$ 3.729,92 | R\$ 565.557,56 | 2045,92 | R\$ 6.218,92 | R\$ 4.548,83 | R\$ 543.111,80 | R\$ 22.445,76 |
| 57 | mar/19 | R\$ 3,05 | 1677,60 | R\$ 5.112,19 | R\$ 3.718,49 | R\$ 569.276,06 | 2045,92 | R\$ 6.234,58 | R\$ 4.534,90 | R\$ 547.646,70 | R\$ 21.629,36 |
| 58 | abr/19 | R\$ 3,05 | 1677,60 | R\$ 5.125,04 | R\$ 3.707,08 | R\$ 572.983,13 | 2045,92 | R\$ 6.250,25 | R\$ 4.520,97 | R\$ 552.167,67 | R\$ 20.815,46 |
| 59 | mai/19 | R\$ 3,06 | 1677,60 | R\$ 5.137,89 | R\$ 3.695,68 | R\$ 576.678,81 | 2045,92 | R\$ 6.265,92 | R\$ 4.507,07 | R\$ 556.674,74 | R\$ 20.004,07 |
| 60 | jun/19 | R\$ 3,07 | 1677,60 | R\$ 5.150,73 | R\$ 3.684,28 | R\$ 580.363,09 | 2045,92 | R\$ 6.281,58 | R\$ 4.493,17 | R\$ 561.167,92 | R\$ 19.195,18 |
| 61 | jul/19 | R\$ 3,08 | 1677,60 | R\$ 5.163,58 | R\$ 3.672,90 | R\$ 584.036,00 | 2045,92 | R\$ 6.297,25 | R\$ 4.479,30 | R\$ 565.647,21 | R\$ 18.388,78 |
| 62 | ago/19 | R\$ 3,09 | 1677,60 | R\$ 5.176,42 | R\$ 3.661,54 | R\$ 587.697,54 | 2045,92 | R\$ 6.312,92 | R\$ 4.465,43 | R\$ 570.112,65 | R\$ 17.584,89 |
| 63 | set/19 | R\$ 3,09 | 1677,60 | R\$ 5.189,27 | R\$ 3.650,18 | R\$ 591.347,72 | 2045,92 | R\$ 6.328,58 | R\$ 4.451,59 | R\$ 574.564,24 | R\$ 16.783,48 |
| 64 | out/19 | R\$ 3,10 | 1677,60 | R\$ 5.202,12 | R\$ 3.638,84 | R\$ 594.986,56 | 2045,92 | R\$ 6.344,25 | R\$ 4.437,76 | R\$ 579.001,99 | R\$ 15.984,57 |
| 65 | nov/19 | R\$ 3,11 | 1677,60 | R\$ 5.214,96 | R\$ 3.627,51 | R\$ 598.614,08 | 2045,92 | R\$ 6.359,92 | R\$ 4.423,94 | R\$ 583.425,93 | R\$ 15.188,14 |
| 66 | dez/19 | R\$ 3,12 | 1677,60 | R\$ 5.227,81 | R\$ 3.616,20 | R\$ 602.230,27 | 2045,92 | R\$ 6.375,58 | R\$ 4.410,14 | R\$ 587.836,07 | R\$ 14.394,20 |
| 67 | jan/20 | R\$ 3,12 | 1677,60 | R\$ 5.240,66 | R\$ 3.604,90 | R\$ 605.835,17 | 2045,92 | R\$ 6.391,25 | R\$ 4.396,36 | R\$ 592.232,43 | R\$ 13.602,74 |
| 68 | fev/20 | R\$ 3,13 | 1677,60 | R\$ 5.253,50 | R\$ 3.593,61 | R\$ 609.428,78 | 2045,92 | R\$ 6.406,92 | R\$ 4.382,59 | R\$ 596.615,03 | R\$ 12.813,75 |
| 69 | mar/20 | R\$ 3,14 | 1677,60 | R\$ 5.266,35 | R\$ 3.582,34 | R\$ 613.011,12 | 2045,92 | R\$ 6.422,58 | R\$ 4.368,84 | R\$ 600.983,87 | R\$ 12.027,25 |
| 70 | abr/20 | R\$ 3,15 | 1677,60 | R\$ 5.279,20 | R\$ 3.571,08 | R\$ 616.582,20 | 2045,92 | R\$ 6.438,25 | R\$ 4.355,11 | R\$ 605.338,98 | R\$ 11.243,21 |

|    |        |          |         |              |              |                |         |              |              |                |               |
|----|--------|----------|---------|--------------|--------------|----------------|---------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| 71 | mai/20 | R\$ 3,15 | 1677,60 | R\$ 5.292,04 | R\$ 3.559,83 | R\$ 620.142,03 | 2045,92 | R\$ 6.453,92 | R\$ 4.341,40 | R\$ 609.680,38 | R\$ 10.461,64 |
| 72 | jun/20 | R\$ 3,16 | 1677,60 | R\$ 5.304,89 | R\$ 3.548,60 | R\$ 623.690,63 | 2045,92 | R\$ 6.469,59 | R\$ 4.327,70 | R\$ 614.008,09 | R\$ 9.682,54  |
| 73 | jul/20 | R\$ 3,17 | 1677,60 | R\$ 5.317,73 | R\$ 3.537,38 | R\$ 627.228,01 | 2045,92 | R\$ 6.485,25 | R\$ 4.314,02 | R\$ 618.322,11 | R\$ 8.905,90  |
| 74 | ago/20 | R\$ 3,18 | 1677,60 | R\$ 5.330,58 | R\$ 3.526,18 | R\$ 630.754,20 | 2045,92 | R\$ 6.500,92 | R\$ 4.300,36 | R\$ 622.622,47 | R\$ 8.131,72  |
| 75 | set/20 | R\$ 3,19 | 1677,60 | R\$ 5.343,43 | R\$ 3.515,00 | R\$ 634.269,19 | 2045,92 | R\$ 6.516,59 | R\$ 4.286,72 | R\$ 626.909,19 | R\$ 7.360,00  |
| 76 | out/20 | R\$ 3,19 | 1677,60 | R\$ 5.356,27 | R\$ 3.503,83 | R\$ 637.773,02 | 2045,92 | R\$ 6.532,25 | R\$ 4.273,10 | R\$ 631.182,29 | R\$ 6.590,73  |
| 77 | nov/20 | R\$ 3,20 | 1677,60 | R\$ 5.369,12 | R\$ 3.492,67 | R\$ 641.265,69 | 2045,92 | R\$ 6.547,92 | R\$ 4.259,49 | R\$ 635.441,79 | R\$ 5.823,91  |
| 78 | dez/20 | R\$ 3,21 | 1677,60 | R\$ 5.381,97 | R\$ 3.481,53 | R\$ 644.747,22 | 2045,92 | R\$ 6.563,59 | R\$ 4.245,91 | R\$ 639.687,69 | R\$ 5.059,53  |
| 79 | jan/21 | R\$ 3,22 | 1677,60 | R\$ 5.394,81 | R\$ 3.470,41 | R\$ 648.217,63 | 2045,92 | R\$ 6.579,25 | R\$ 4.232,34 | R\$ 643.920,03 | R\$ 4.297,60  |
| 80 | fev/21 | R\$ 3,22 | 1677,60 | R\$ 5.407,66 | R\$ 3.459,30 | R\$ 651.676,93 | 2045,92 | R\$ 6.594,92 | R\$ 4.218,79 | R\$ 648.138,83 | R\$ 3.538,10  |
| 81 | mar/21 | R\$ 3,23 | 1677,60 | R\$ 5.420,50 | R\$ 3.448,21 | R\$ 655.125,13 | 2045,92 | R\$ 6.610,59 | R\$ 4.205,27 | R\$ 652.344,09 | R\$ 2.781,04  |

---

## APÊNDICE C – Carta Contendo Questionário Entregue aos Moradores do Edifício Plaza Di Mônaco



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC 88040-900

Prof. Ricardo Rüther

Tel: 3721 5174 Email: [ricardo.ruther@ufsc.br](mailto:ricardo.ruther@ufsc.br)

Florianópolis, 29 de maio de 2014

**ANÁLISE DO PERFIL DOS MORADORES PARA AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE GÁS  
DO SISTEMA DE AQUECIMENTO CENTRAL DO EDIFÍCIO PLAZA DI MÔNACO**

Prezado (a) morador (a),

Com o intuito de elaborar um Trabalho de Conclusão de Curso do curso de Engenharia Civil na Universidade Federal de Santa Catarina, a graduanda Jessica Filipini Frigo, sob orientação do professor Ricardo Rüther, vem por meio desta solicitar a colaboração de todos os moradores para responderem o questionário abaixo.

O objetivo do trabalho é analisar o consumo de gás utilizado pelo sistema de aquecimento solar de água centralizado no Edifício Plaza de Mônaco. A pesquisa tem fins meramente acadêmicos e, para a análise dos dados de consumo obtidos, necessita da verificação do perfil dos usuários do sistema.

A sua participação é primordial para que o trabalho seja aperfeiçoado e os objetivos atendidos.

A pesquisa preenchida deve ser entregue na administração do condomínio até o dia: 06/06/2014, sexta-feira.

Obrigado pela sua colaboração!

Prof. Ricardo Rüther

Jessica Filipini Frigo

Em caso de dúvidas enviar e-mail para [jessicaffrigo@gmail.com](mailto:jessicaffrigo@gmail.com)





**ANÁLISE DO PERFIL DOS MORADORES PARA AVALIAÇÃO DO  
CONSUMO DE GÁS DO SISTEMA DE AQUECIMENTO CENTRAL DO  
EDIFÍCIO PLAZA DI MÔNACO**

Qual é seu apartamento e bloco?

\_\_\_\_\_

Quantas pessoas residem no seu apartamento?

\_\_\_\_\_

Seu apartamento possui 2 ou 3 quartos? Com ou sem dependência?

- ☐ 2 quartos
- ☐ 3 quartos COM dependência
- ☐ 3 quartos SEM dependência

Se o imóvel for próprio: quanto o sistema de aquecimento solar de água influenciou na compra do apartamento?

NADA ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ MUITO

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Qual o nível de satisfação no aquecimento da água?

NADA SATISFEITOS ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ MUITO SATISFEITOS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Comentários relacionados ao aquecimento de água e à satisfação do sistema:

\_\_\_\_\_

---

## **ANEXO A – Estudo de dimensionamento do Edifício Plaza Di Mônaco**

Florianópolis, 14 de janeiro de 2008.

A

**Magno Martins Engenharia Ltda.**

Av. Rio Branco, 333 – 13º andar - Centro

Florianópolis – SC

Fone: (48) 3029-1919

A/C: Arq. Carime Engels / Engº. Alexandre - Fone: (48) 9980-3525

**Ref.: Edifício Residencial Plaza de Mônaco**

Prezados Senhores,

Estamos apresentando estudo relativo ao dimensionamento do sistema de aquecimento de água de consumo para o empreendimento em referência.

O dimensionamento do sistema de aquecimento de água depende da correta avaliação do consumo efetivo de água quente, considerando o número de usuários máximos e médios, a vazão de água dos equipamentos de utilização (como o modelo do chuveiro), dos parâmetros de temperatura de uso, da característica dos horários de concentração dos banhos, sendo importante que os dados, especificados ou arbitrados, sejam devidamente revisados e comparados com os dados reais disponíveis.

Visando apresentarmos uma solução que contemple não somente o fornecimento de equipamentos de ótimo desempenho e qualidade, mas também assegure que eles sejam os mais adequados e atendam plenamente as necessidades do empreendimento como um todo, passamos a detalhar cada fase da formulação de nossa especificação.

**1-Dimensionamento:**

Água quente para atender edifício residencial com dois blocos, conforme segue:

**Bloco 1:**

Rede de alta pressão com redutoras de pressão – Sub-solo ao 6º Pav. Tipo:

- 18 aptos c/ suite + dorm. + banho social X 3 pessoas = 54 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 3.240 litros / dia.
- 12 aptos c/ suite + 2 dorm. + banho social X 4 pessoas = 48 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 2.880 litros / dia.
- 12 aptos c/ suite + 2 dorm. + dorm. Serv. + banho social + banho serviço X 5 pessoas = 60 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 3.600 litros / dia.
- Consumo de água quente estimado de 9.720 litros /dia.

Rede de baixa pressão – 7º Pav. Tipo ao 12º Pav.:

- 18 aptos c/ suite + dorm. + banho social X 3 pessoas = 54 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 3.240 litros / dia.
- 12 aptos c/ suite + 2 dorm. + banho social X 4 pessoas = 48 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 2.880 litros / dia.
- 12 aptos c/ suite + 2 dorm. + dorm. Serv. + banho social + banho serviço X 5 pessoas = 60 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 3.600 litros / dia.
- Consumo de água quente estimado de 9.720 litros /dia.

## Consumo total do Bloco 1:

- Consumo de água quente estimado de 19.440 litros /dia.

## **Bloco 2:**

### Rede de alta pressão com redutoras de pressão – Sub-solo ao 6º Pav. Tipo:

- 24 aptos c/ suite + dorm. + banho social X 3 pessoas = 72 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 4.320 litros / dia.
- 12 aptos c/ suite + 2 dorm. + banho social X 4 pessoas = 48 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 2.880 litros / dia.
- 12 aptos c/ suite + 2 dorm. + dorm. Serv. + banho social + banho serviço X 5 pessoas = 60 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 3.600 litros / dia.
- Consumo de água quente estimado de 10.800 litros /dia.

### Rede de baixa pressão – 7º Pav. Tipo ao 12º Pav.:

- 23 aptos c/ suite + dorm. + banho social X 3 pessoas = 69 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 4.140 litros / dia.
- 10 aptos c/ suite + 2 dorm. + banho social X 4 pessoas = 40 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 2.400 litros / dia.
- 12 aptos c/ suite + 2 dorm. + dorm. Serv. + banho social + banho serviço X 5 pessoas = 60 pessoas x 60 litros/dia/pessoa = 3.600 litros / dia.
- Consumo de água quente estimado de 10.140 litros /dia.

## Consumo total do Bloco 2:

- Consumo de água quente estimado de 20.940 litros /dia.

## **2- Dados para o dimensionamento:**

Vazão máxima do chuveiro = 12 litros / minuto (ABNT vazão de 0,21 litros /segundo)\*

Vazão máxima das torneiras dos lavatórios = 6 litros / minuto\*

Temperatura da água fria = 20°C (Temperatura média em Florianópolis).

Temperatura da água quente = 60°C (Temperatura média no reservatório térmico).

Temperatura na saída do chuveiro / torneiras = 40°C

Tempo estimado de banho = 5 minutos

Coeficiente de mistura de água quente e fria = 0,5

**\*Deverá ser utilizado regulador de vazão para limitar a vazão máxima.**

## **3-Dimensionamento da geradora de água quente / reservatório térmico:**

### **Bloco 1:**

#### Rede de alta pressão com redutoras de pressão – Sub-solo ao 6º Pav. Tipo:

- Para um consumo de água quente estimado de 9.720 litros /dia utilizar geradora de água quente / reservatório térmico com 2.500 litros e potência útil de 80.000 kcal/h = vazão de 2.000 litros/hora elevando a temperatura em 40°C.

## Rede de baixa pressão – 7º Pav. Tipo ao 12º Pav.:

- Para um consumo de água quente estimado de 9.720 litros /dia utilizar geradora de água quente / reservatório térmico com 2.500 litros e potência útil de 80.000 kcal/h = vazão de 2.000 litros/hora elevando a temperatura em 40°C.

## Consumo total do Bloco 1:

Para um consumo de água quente estimado de 19.440 litros /dia utilizar geradora de água quente / reservatório térmico com 4.000 litros e potência útil de 100.000 kcal/h = vazão de 2.500 litros/hora elevando a temperatura em 40°C.

## **Bloco 2:**

## Rede de alta pressão com redutoras de pressão – Sub-solo ao 6º Pav. Tipo:

- Para um consumo de água quente estimado de 10.800 litros /dia utilizar geradora de água quente / reservatório térmico com 3.000 litros e potência útil de 80.000 kcal/h = vazão de 2.000 litros/hora elevando a temperatura em 40°C.

## Rede de baixa pressão – 7º Pav. Tipo ao 12º Pav.:

- Para um consumo de água quente estimado de 10.140 litros /dia utilizar geradora de água quente / reservatório térmico com 2.500 litros e potência útil de 80.000 kcal/h = vazão de 2.000 litros/hora elevando a temperatura em 40°C.

## Consumo total do Bloco 2:

Para um consumo de água quente estimado de 20.940 litros /dia utilizar geradora de água quente / reservatório térmico com 4.000 litros e potência útil de 100.000 kcal/h = vazão de 2.500 litros/hora elevando a temperatura em 40°C.

## **4-Dimensionamento do sistema de aquecimento solar:**

Para o aquecimento solar trabalhar de forma otimizada, na região da grande Florianópolis, o volume de água a ser armazenado deverá corresponder ao total do consumo de água quente diário do prédio, e deverá ser utilizado placas coletores solar, com padrão de classificação "A" pelo INMETRO e selo de eficiência energética do PROCEL, na proporção de 1,40 m<sup>2</sup> de área para cada 100 litros de água a ser aquecida, com as placas coletoras orientados para o norte, e instaladas com uma inclinação de 37° (posição para a melhor eficiência de captação solar na estação de inverno).

Nestas condições, a economia média anual será na ordem de 70%.

Á área mínima de placas coletoras solar a ser utilizada, nas condições acima descritas, é na proporção de 1,00 m<sup>2</sup> para cada 100 litros de água a ser aquecida.

Nestas condições, a economia média anual será na ordem de 50%.

Em função da limitação da área disponível para a instalação das placas coletoras solar nas coberturas dos prédios, vamos dimensionar o aquecimento solar para trabalhar com uma fração do consumo diário de água quente, correspondente ao dobro do volume do depósito da geradora de água quente, dimensionada para atender a demanda de água quente de cada bloco, em dias em que não houver insolação.

Quando as placas coletoras solar forem orientadas para leste / oeste, o dimensionamento deverá considerar o acréscimo de 40% de área coletora.

## Bloco 1:

Consumo diário de água quente estimado de 19.440 litros/dia.

Geradora de água quente com capacidade de 4.000 litros + reservatório térmico com capacidade de 4.000 litros = total de 8.000 litros.

Área de placas coletora solar na proporção de 1,05 m<sup>2</sup> para cada 100 litros de água a ser aquecida = total 8.000 litros / 100 litros x 1,05 m<sup>2</sup> = 84,00 m<sup>2</sup> de placas coletoras solar.

Área total de placas coletoras solar = 84,00 m<sup>2</sup> / 1,40 m<sup>2</sup> de área unitária por placa coletora solar = 60 placas coletoras solar orientadas para o norte.

## Economia estimada com o aquecimento solar = 21,3%:

8.000 litros (água em depósito) / 19.440 litros/dia (consumo de água quente) = 41,1 / 100 x 50% (coeficiente de economia do o sistema de aquecimento solar) = 20,5 %

## Bloco 2

Consumo diário de água quente estimado de 20.940 litros/dia.

Geradora de água quente com capacidade de 4.000 litros + reservatório térmico com capacidade de 4.000 litros = total de 8.000 litros.

Área de placas coletora solar na proporção de 1,05 m<sup>2</sup> para cada 100 litros de água a ser aquecida = total 8.000 litros / 100 litros x 1,05 m<sup>2</sup> = 84,00 m<sup>2</sup> de placas coletoras solar.

Área total de placas coletoras solar = 84,00 m<sup>2</sup> / 1,40 m<sup>2</sup> de área unitária por placa coletora solar = 60 placas coletoras solar orientadas para o norte

## Economia estimada com o aquecimento solar = 21,0%:

8.000 litros (água em depósito) / 20.940 litros/dia (consumo de água quente) = 38,2 / 100 x 50% (coeficiente de economia do o sistema de aquecimento solar) = 19,1 %

**O PERCENTUAL DE ECONOMIA ESTIMADO COM A UTILIZAÇÃO DO AQUECIMENTO SOLAR, PODERÁ SER AFERIDO MEDIANTE A ELABORAÇÃO DE UM PROJETO DE AQUECIMENTO SOLAR E A SIMULAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO MESMO UTILIZANDO O PROGRAMA “TRANSYS” (SOFTWARE DE SIMULAÇÃO TRANSIENTE DE SISTEMAS TÉRMICOS) QUE FARÁ O CRUZAMENTO DOS DADOS DE PROJETO, COM OS DADOS DE DESEMPENHO DE TROCA TÉRMICA DAS PLACAS COLETORAS SOLAR UTILIZADAS, E O HISTÓRICO CLIMÁTICO DA REGIÃO.**

**É IMPORTANTE INFORMAR O CONSUMIDOR FINAL QUE UM SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR, PROJETADO PARA ATENDER UMA FRAÇÃO DO CONSUMO DIÁRIO DE ÁGUA QUENTE DO PRÉDIO, CONCEITUALMENTE É UM SISTEMA DE AQUECIMENTO AUXILIAR DO SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA QUENTE PREDIAL E NÃO O PRINCIPAL, DE FORMA A NÃO CRIAR FALSAS ESPECTATIVAS DE DESEMPENHO.**

## **A NBR-12269-REV.AGO-2006, DEFINE SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR (SAS):**

“Sistema composto por coletor(es) solar(es), reservatório(s) térmico(s), aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas que funciona por circulação natural ou forçada.”

**Conforme NBR-7198-SET 1993 – PROJETO E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA QUENTE.**

**ITEM 5.1.5 (F)** “Quando o tipo do aquecedor não for normalizado pela ABNT, o projetista, a seu critério, pode especificá-lo, desde que obedeça as especificações de qualidade, baseada em normas internacionais, regionais, ou às especificação internas de fabricantes, compatíveis com esta Norma, até que sejam elaboradas as normas brasileiras correspondentes.

**ITEM 5.2 – Estimativa do consumo de água quente** – Na elaboração dos projetos das instalações de água quente, as peculiaridades de cada instalação, as condições climáticas e as características de utilização do sistema são parâmetros a serem considerados no estabelecimento do consumo de água quente.

**5-Consumo médio de água quente mensal / anual.**

Bloco 1:

Considerando 30 dias por mês:

- 30 dias x 19.440 litros = 583.200 litros/mês ou 583.2 m³/mês.
- 12 meses x 583.200 litros/mês = 6.998.400 litros/ano ou 6.998 m³/ano.

Bloco 2:

Considerando 30 dias por mês:

- 30 dias x 20.940 litros = 628.200 litros/mês ou 628.2 m³/mês.
- 12 meses x 628.200 litros/mês = 7.538.400 litros/ano ou 7.538 m³/ano.

Bloco 1 + Bloco 2:

- 30 dias x 40.380 litros = 1.211.400 litros/mês ou 1.211.4 m³/mês.
- 12 meses x 1.211.400 litros/mês = 14.536.800 litros/ano ou 14.536 m³/ano.

**6-Consumo de combustível GLP para aquecimento da água de consumo:**

Energia necessária para aquecer o volume de água quente estimado:

Bloco 1:

- 583.200 litros/mês x 40°C (temperatura de 20°C para 60°C) = 23.328.000 kcal/mês.
- 23.328.000 kcal/mês / (10.880 kcal/kg de GLP x 0,70 de rendimento) = 3.063 kg/mês.

Bloco 2:

- 628.200 litros/mês x 40°C (temperatura de 20°C para 60°C) = 25.128.000 kcal/mês.
- 25.128.000 kcal/mês / (10.880 kcal/kg de GLP x 0,70 de rendimento) = 3.300 kg/mês.

Bloco 1 + Bloco 2:

- 1.211.400 litros/mês x 40°C (temperatura de 20°C para 60°C) = 48.456.000 kcal/mês.
- 48.456.000 kcal/mês / (10.880 kcal/kg de GLP x 0,70 de rendimento) = 6.363 kg/mês.

Foi considerado, na estimativa de consumo de combustível, o rendimento médio dos equipamentos **RINNAI**, de 80% e uma perda térmica de 5% na recirculação da água quente na rede predial e 5% na recirculação entre aquecedor de passagem e reservatório térmico.

### **7-Considerações sobre o poder calorífico do GLP:**

Neste comparativo foram consideradas as seguintes denominações e especificações:

- Poder Calorífico Inferior = **PCI**
- **PCI**, médio, do GLP = 10.883 Kcal/kg.\*

Nota 01: \* Dados fornecidos pela Petrobrás, produtora dos combustíveis.

Nota 02: O valor do combustível GLP utilizado neste comparativo é um valor médio praticado no mercado e deve ser revisado conforme valores negociados com os fornecedores do cliente.

### **8-Rendimento da geradora de água quente e de aquecedores de passagem:**

O rendimento médio das geradoras de água quente e sistemas de aquecimento disponíveis no mercado é na ordem de 50% a 80%.

Foi considerado neste estudo, o rendimento de 80% do sistema de aquecimento de água a gás, correspondente ao rendimento dos aquecedores **RINNAI** especificados.

A geradora de água quente especificada da empresa **Arauterm**, de alta eficiência nas trocas térmicas, tem rendimento entre 85% à 90%, podendo obter com o seu emprego uma economia adicional de 5% à 10%.

### **9-Custo com combustível GLP para aquecimento da água de consumo**

#### **Bloco 1:**

Custo mensal = 3.063 kg/mês x R\$ 2,50 kg/GLP = R\$ 7.658,00 /mês.

Custo anual = 12 meses x R\$ 7.658,00 /mês = R\$ 91.896,00 /ano.

A economia média anual, estimada, com o emprego do aquecimento solar especificado é da ordem de 20% = R\$ 91.896,00 /ano x 0,20 = R\$ 18.379,00 /ano

#### **Bloco 2:**

Custo mensal = 3.300 kg/mês x R\$ 2,50 kg/GLP = R\$ 8.250,00 /mês.

Custo anual = 12 meses x R\$ 8.250,00 /mês = R\$ 99.000,00 /ano.

A economia média anual, estimada, com o emprego do aquecimento solar especificado é da ordem de 20% = R\$ 99.000,00 /ano x 0,20 = R\$ 19.800,00 /ano

#### **Bloco 1 + Bloco 2:**

Custo mensal = 6.363 kg/mês x R\$ 2,50 kg/GLP = R\$ 15.908,00 /mês.

Custo anual = 12 meses x R\$ 15.908,00 /mês = R\$ 190.896,00 /ano.

A economia média anual, estimada, com o emprego do aquecimento solar especificado é da ordem de 20% = R\$ 190.896,00 /ano x 0,20 = R\$ 38.179,00 /ano



## **10-Considerações sobre reguladores de vazão reguláveis para chuveiros:**

A economia proporcionada pela utilização de reguladores de vazão reguláveis para chuveiros e a especificação de chuveiros de baixa vazão, pode proporcionar uma economia de até 50% do gasto com combustível e água.

A vazão de chuveiros, pela norma ABNT, é de 0,21 litros / segundo = 12,6 litros / minuto.

Limitar a vazão dos chuveiros para uma vazão entre 8 a 12 litros / minuto, além de garantir o dimensionamento do sistema de água quente, proporciona ganho econômico com a redução do consumo de água e de combustível, na razão direta da redução do consumo.

A vazão de um chuveiro convencional, de marcas tradicionais como DOCOL e DECA, a uma pressão de 40 m.c.a., pode chegar a 50 litros / minuto.

**É imprescindível a instalação de redutores de vazão nos chuveiros para limitar a vazão máxima e obter a economia estimada com a utilização do aquecimento solar. No aquecimento solar, quanto menor o consumo de água quente, maior será a economia obtida, quanto maior o consumo de água quente, menor será a economia obtida.**

## **11-Especificação dos equipamentos do sistema de aquecimento de água:**

### **Geradora de água quente (Bloco 1 + Bloco 2):**

Marca **Arauterm**, modelo **GAQ-4.000**, horizontal, de aquecimento direto, com reservatório de capacidade unitária de 4.000 litros, em aço carbono revestido com epóxi, com porta de inspeção, pressão de trabalho do reservatório de 6 kgf/cm<sup>2</sup> (60 m.c.a.), pressão de teste de 9 kgf/cm<sup>2</sup> (90 m.c.a.), potência unitária de 100.000 Kcal/h útil, vazão unitária de 2.500 litros/hora elevando a temperatura em 40°C, queimador mecânico, controle por termostato e termômetro digital, combustível GLP – 02 unidades.

### **Opção para substituir as geradoras de água quente:**

Substituir as geradoras de água quente por reservatórios de água quente, de volume correspondente, e interligar individualmente, em cada reservatório, 03 unidades de aquecedores de passagem, marca **RINNAI**, modelo **REU-304UBR**, combustível GLP, potência nominal de 51.722 kcal/h, com sistema de recirculação de água composto de 03 bombas, marca ROWA, modelo 12/1S, controladas, por 3 termostato / termômetro digital.

### **Reservatório Térmico (Bloco 1 + Bloco 2):**

Marca **Arauterm**, modelo **RA-4.000**, horizontal, com reservatório de capacidade unitária de 4.000 litros, em aço carbono revestido com epóxi, com porta de inspeção, pressão de trabalho do reservatório de 6 kgf/cm<sup>2</sup> (60 m.c.a.), pressão de teste de 9 kgf/cm<sup>2</sup> (90 m.c.a.), controle por termostato e termômetro digital. – 02 unidades

### **Coletor solar (Bloco 1 e Bloco 2):**

Marca **“Solares”**, modelo **CSP-140**, vertical, dimensões de 1.015 mm x 1.415 mm x 65 mm, área de superfície de troca térmica de 1,40 m<sup>2</sup>, com tubos e aletas 100% em cobre, isolamento térmico com manta de lã de vidro de 50 mm de espessura, vedações com borracha de silicone especial, gabinete com requadro de perfil de alumínio estrutural,

anodizado natural, fundo em chapa de alumínio, e frente com vidro monolítico, incolor, espessura 3 mm, certificado pelo INMETRO com classificação “A” e selo de eficiência energética do PROCEL, com produção média mensal de energia de 81,3 KW/h/mês/m², ou 114,6 KW/h/mês/coletor – 120 unidades = 168 m².

## **12-Investimento na geradora de água quente para os dois blocos:**

| <b>Aquecimento com geradora de água quente</b>     | <b>Preço unit.</b> | <b>Quant.</b> | <b>Preço total</b>         |
|--|--------------------|---------------|----------------------------|
| Geradora de água quente GAQ-4000 Arauterm          | R\$ 26.700,00      | 02            | R\$ 53.400,00              |
| Módulos e terminal de chaminé                      | R\$ 1.500,00       | 02            | R\$ 3.000,00               |
| Transporte (Frete)                                 | R\$ 900,00         | 02            | R\$ 1.800,00               |
| Descarregamento e remoção com guincho              | R\$ 9.000,00       | 01            | R\$ 9.000,00               |
| Serviço de instalação (mão de obra)                | R\$ 1.200,00       | 02            | R\$ 2.400,00               |
| • Observação: Não inclusos materiais de instalação |                    |               | <b>Total R\$ 69.600,00</b> |

## **13-Investimento na opção com aquecedores de passagem, para os dois blocos:**

| <b>Aquecimento com aquecedor de passagem</b>       | <b>Preço unit.</b> | <b>Quant.</b> | <b>Preço total</b>         |
|--|--------------------|---------------|----------------------------|
| Reservatório Térmico RA-4000 Arauterm              | R\$ 15.000,00      | 02            | R\$ 30.000,00              |
| Transporte (Frete)                                 | R\$ 750,00         | 02            | R\$ 1.500,00               |
| Descarregamento e remoção com guincho              | R\$ 9.000,00       | 01            | R\$ 9.000,00               |
| Aquecedores de Passagem Rinnai REU-304             | R\$ 3.750,00       | 06            | R\$ 22.500,00              |
| Termostato / termômetro digital Fullgauge          | R\$ 360,00         | 06            | R\$ 2.160,00               |
| Bomba Rowa 12/1S                                   | R\$ 900,00         | 06            | R\$ 5.400,00               |
| Painel de controle                                 | R\$ 600,00         | 02            | R\$ 1.200,00               |
| Serviço de instalação (mão de obra)                | R\$ 1.800,00       | 02            | R\$ 3.600,00               |
| • Observação: Não inclusos materiais de instalação |                    |               | <b>Total R\$ 75.360,00</b> |

## **14-Investimento no aquecimento solar para os dois blocos:**

| <b>Aquecimento solar</b>                           | <b>Preço unit.</b> | <b>Quant.</b> | <b>Preço total</b>          |
|--|--------------------|---------------|-----------------------------|
| Reservatório Térmico RA-4000 Arauterm              | R\$ 15.000,00      | 02            | R\$ 30.000,00               |
| Transporte (Frete)                                 | R\$ 750,00         | 02            | R\$ 1.500,00                |
| Placas coletoras solares CSP-140V (1,40m²)         | R\$ 570,00         | 120           | R\$ 68.400,00               |
| Suporte metálico para placas coletoras solar       | R\$ 60,00          | 42            | R\$ 2.520,00                |
| Controles Microsol Fullgauge                       | R\$ 450,00         | 03            | R\$ 2.700,00                |
| Bombas de recirculação Rowa 18/2S                  | R\$ 1.500,00       | 03            | R\$ 9.000,00                |
| Painel de controle                                 | R\$ 600,00         | 02            | R\$ 1.200,00                |
| Serviço de instalação (mão de obra)                | R\$ 5.700,00       | 02            | R\$ 11.400,00               |
| • Observação: Não inclusos materiais de instalação |                    |               | <b>Total R\$ 126.720,00</b> |

**15-Investimento na circulação mecânica do retorno AQ, para os dois blocos:**

| Circulação mecânica do retorno de AQ              | Preço unit.  | Quant. | Preço total               |
|---|--------------|--------|---------------------------|
| Termostato digital Fullgauge MT-511               | R\$ 300,00   | 04     | R\$ 1.200,00              |
| Bombas de recirculação Rowa 18/2S                 | R\$ 1.500,00 | 04     | R\$ 6.000,00              |
| Serviço de instalação (mão de obra)               | R\$ 120,00   | 04     | R\$ 480,00                |
| • Observação: Não incluso materiais de instalação |              |        | <b>Total R\$ 7.680,00</b> |

**16-Investimento em redutores de vazão para chuveiros para os dois blocos:**

| Descritivo – Complemento            | Preço unit. | Quant. | Preço total                |
|-------------------------------------|-------------|--------|----------------------------|
| Reguladores de vazão para chuveiros | R\$ 60,00   | 402    | R\$ 24.120,00              |
| Serviço de instalação (mão de obra) | R\$ 6,00    | 402    | R\$ 2.412,00               |
|                                     |             |        | <b>Total R\$ 26.532,00</b> |

**17- Considerações Gerais:**

Este estudo foi desenvolvido priorizando a eficiência térmica, de modo a obter-se a melhor economia possível, para tanto, foram especificados os equipamentos de melhor desempenho.

Consideramos esta especificação a melhor solução técnica e econômica para o empreendimento, porém, caso necessário, os valores dos investimentos podem ser revistos e reduzidos, com a especificação de equipamentos mais simples, com a redução da área de placas coletoras solar, e com a substituição da estrutura metálica por estruturas de alvenaria.

**18-Considerações Finais:**

O investimento em equipamentos térmicos de boa qualidade e alta eficiência nas trocas térmica, com o adequado dimensionamento, e a sua correta instalação, é o primeiro fator para se obter economia operacional. O gasto com combustível, supera o custo dos equipamentos em um curto período de tempo.

A “Inova Representações Ltda” desenvolve seus trabalhos técnicos / comerciais na área de **energia e água**, os dois fatores de maior importância para a nossa sociedade neste novo milênio. Temos condições técnicas de prestar assessoramento na especificação do sistema de aquecimento mais adequado a cada tipo de empreendimento, formulando os requisitos necessários a sua implantação.

Representamos ou temos parcerias com empresas especializadas nestas áreas, como:

**SOLARES** –Aquecimento Solar

**ARAUTERM**– Equipamentos Termo Metalúrgicos

**RINNAI** - Aquecedores

**IMPORTHERM** - Queimadores mecânicos

**RUDIPEL** Rudnick – Distribuidora de combustíveis ( óleo diesel / tanques )

**LIQUIGÁS DISTRIBUIDORA S/A** – Distribuidora de Gás GLP

**AMPER** – Consultoria de eficiência energética



**MONTANA** Hidrotécnica – Caixas de descarga embutida

**COVERI** – Chaminés refratárias

**DOCOL** – Metais sanitários

Colocando-nos a disposição para o que for necessário, atenciosamente.

---

**Arq. Joaquim Sallaberry de Almeida**

---

**ANEXO B – Investimento de equipamentos e serviços para o sistema de aquecimento a gás com apoio solar**

**PLAZA DI MÔNACO - PROPOSTA INOVA ATUALIZADA - DATA 12/06/2014:**

| <b>1 - Arauterm Equipamentos Termo Metalúgicos</b>  | <b>Unitário</b> | <b>Quant.</b> | <b>Preço Total</b> |
|---|-----------------|---------------|--------------------|
| Reservatório Térmico, marca <b>Arauterm</b> , modelo <b>RA-4.000</b> , Vertical, em Aço Carbono, Cap. 4.000 litros, Pressão de trabalho = 20 m.c.a – Pressão de teste = 30 m.c.a., com porta de inspeção. | 16.800,00       | 04            | <b>67.200,00</b>   |

| <b>2 - Transportadora Aceville</b>                    | <b>Unitário</b> | <b>Quant.</b> | <b>Preço Total</b> |
|---|-----------------|---------------|--------------------|
| Frete das geradoras – RS / SC depósito transportadora | 2.800,00        | 01            | <b>2.800,00</b>    |

| <b>3 – Guindaste</b>   | <b>Unitário</b> | <b>Quant.</b> | <b>Preço Total</b> |
|--|-----------------|---------------|--------------------|
| Guindaste e içamento dos reservatórios térmicos, Transporte local / descarregamento – remoção horizontal | 12.100,00       | 01            | <b>12.100,00</b>   |

| <b>4.1 – Solares – Sistema de aquecimento a gás</b>         | <b>Unitário</b> | <b>Quant.</b> | <b>Preço Total</b> |
|---|-----------------|---------------|--------------------|
| Aquecedor <b>Rinnai</b> REU-304UBR- 35,5 litros/min Digital | 3.675,00        | 06            | 22.050,00          |
| Kit flexíveis AQ-AF-Gás / Chaminé / Filtro “Y”              | 228,00          | 06            | 1.368,00           |
| Termostato e termômetro digital Full Gauge RT-607I          | 285,00          | 06            | 1.710,00           |
| Bomba <b>Texius</b> – Mod.TBHF-WEBR– 340W – 220V            | 570,00          | 06            | 3.420,00           |
| Quadro de comando controle / bombas                         | 600,00          | 02            | 1.200,00           |
| • Não incluso serviço e materiais de instalação.            |                 | <b>Total</b>  | <b>29.748,00</b>   |

| <b>4.2 – Solares - Sistema de aquecimento Solar</b>            | <b>Unitário</b> | <b>Quant.</b> | <b>Preço Total</b> |
|--|-----------------|---------------|--------------------|
| Coletor Solar CSP-140V (1,40m²) Padrão INMETRO “A”             | 606,00          | 160           | 96.960,00          |
| Suporte metálico para coletor solar CSP-140V                   | 60,00           | 108           | 6.480,00           |
| Trocador de Placas Emmeti, inox 316L, mod. SPE500-50           | 3.510,00        | 04            | 14.040,00          |
| Vaso de expansão fechado 50 litros, com membrana               | 390,00          | 04            | 1.560,00           |
| Controlador Digital Full Gauge Microsol Plus II                | 330,00          | 06            | 1.980,00           |
| Bomba marca <b>Rowa</b> – Modelo <b>15/1S</b> – 1,25 HP –220 V | 2.430,00        | 04            | 9.720,00           |
| Bomba <b>Texius</b> – Mod.TBHF-WEBR– 340W – 220V               | 570,00          | 02            | 1.140,00           |
| Interface serial para automação com software “Sitrad”          | 312,00          | 02            | 624,00             |
| Quadro de comando  | 600,00          | 02            | 1.200,00           |
| • Não incluso serviço e materiais de instalação.               |                 | <b>Total</b>  | <b>133.704,00</b>  |

| <b>4.3 – Solares - Circulação mecânica do retorno AQ</b> | <b>Unitário</b> | <b>Quant.</b> | <b>Preço Total</b> |
|--|-----------------|---------------|--------------------|
| Termostato e termômetro digital Full Gauge RT-607I       | 285,00          | 02            | 570,00             |
| Bomba marca <b>Rowa</b> – Modelo <b>25/2S</b>            | 2.250,00        | 02            | 4.500,00           |
| • Não incluso serviço e materiais de instalação.         |                 | <b>Total</b>  | <b>5.070,00</b>    |

| 5 - CJS Instaladora de aquecedor Solar ME            | Unitário | Quant. | Preço Total      |
|--|----------|--------|------------------|
| Serviço de instalação dos reservatórios 4.000 litros | 1.260,00 | 04     | 5.040,00         |
| Serviço de instalação dos aquecedores / bombas       | 315,00   | 06     | 1.890,00         |
| Serviços de instalação do retorno de água quente     | 165,00   | 02     | 330,00           |
| Serviços de instalação da automação                  | 630,00   | 02     | 1.260,00         |
| Serviços de instalação dos coletores solar           | 65,00    | 160    | 10.400,00        |
| Serviços de instalação dos suportes dos coletores    | 30,00    | 108    | 3.240,00         |
| Serviço de instalação do circuito fechado das placas | 315,00   | 02     | 630,00           |
| <b>Total</b>   |          |        | <b>22.790,00</b> |

| 6. – Construtora                        | Unitário  | Quant. | Preço Total |
|---|-----------|--------|-------------|
| Material de instalação – valor estimado | 35.000,00 | 01     | 35.000,00   |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| <b>TOTAL DO SISTEMA DE AQUECIMENTO</b> | <b>R\$ 308.412,00</b> |
|--|-----------------------|

Arq. Joaquim Sallaberry de Almeida

**inova**  
representações lda.

Fone: (48) 9980-7601/ 3334-2730 – Email: joaquim.inova@gmail.com